ভারতের শিলাস্তর ও ভূতত্ত্বীয় ইতিহাস

ভারতের শিলাস্তর
ও
ভূতত্ত্বীয় ইতিহাস

[Stratigraphy and Historical Geology of India]

তিমিররঞ্জন সর্বাধিকারী

এম এস-সি, ডি ফিল

(সহকারী অধ্যাপক, ভূতত্ত্ব-বিভাগ, প্রেসিডেন্সী কলেজ, কলিকাতা)

পশ্চিমবঙ্গ রাজ্য পুস্তক পর্ষদ

(পশ্চিমবঙ্গ সরকারের একটি সংস্থা)

উৎসর্গ

"মা বলিতে প্রাণ করে আনচান
চোখে আসে জল ভরে"
—সেই স্নেহময়ী জননীদেবীর
শ্রীচরণে এই পৃষ্ঠা কয়টি
নিবেদন করিলাম।

লেখক

মুখবন্ধ

বাংলা ভাষায় বিজ্ঞান রচনার আবশ্যকতা পুনরুল্লেখ করিবার প্রয়োজন নাই। কিন্তু পদার্থবিদ্যা, রসায়ন ইত্যাদি কয়েকটি শাখায় বিশ্ববিদ্যালয়ের পাঠ্যক্রমে কিছু পুস্তক প্রণীত হইলেও, ভূবিদ্যা-বিষয়ক কোন কলেজপাঠ্য বাংলা পুস্তক এখনও প্রকাশিত হয় নাই। এই শূন্যতার বোধই বর্তমান গ্রন্থটি রচনার মূলে উৎসাহ দান করিয়াছে।

পাণ্ডুলিপি প্রস্তুত করিবার কালে যে বিষয়টি প্রধান প্রতিবন্ধক রূপে দেখা দেয়, তাহা হইল ইংরাজী বৈজ্ঞানিক শব্দমালার সবল ও সার্থক বাংলা প্রতিশব্দের অভাব। কলিকাতা বিশ্ববিদ্যালয় কর্তৃক প্রকাশিত 'বৈজ্ঞানিক পরিভাষা' পুস্তিকাটির সাহায্যে এই অভাব আংশিকভাবে পূরণ করা হয়। কিন্তু লেখার সাথে সাথে সংগতির অনুরোধে লেখককে উক্ত পরিভাষার অন্তর্গত দু-একটি শব্দকে পরিবর্তিত করিতে হইয়াছে। ইহা ছাড়া, প্রয়োজনানুসারে উক্ত পরিভাষা সংকলনের বহির্ভূত বহু ইংরাজী শব্দের বাংলা প্রতিশব্দ মনোনয়ন করিতে হইয়াছে। এক-আধটি ক্ষেত্রে বাধ্য হইয়া ইংরাজী শব্দকে বাংলা হরফে লিখিয়া কাজ চালাইতে হইয়াছে; কারণ হইল যোগ্যতর বাংলা প্রতিশব্দের অভাব। যেমন, ইংরাজী 'flysch' শব্দটিকে বাংলায় 'ফ্লিশ্' লেখা হইয়াছে।

কলিকাতা বিশ্ববিদ্যালয়ের প্রাক্-স্নাতক পাঠ্যক্রমে স্তরবিদ্যা (ভূবিদ্যা) বিষয়ে উপযুক্ত পাঠ্যপুস্তকের অভাব বহুদিন যাবৎ ছাত্র-ছাত্রীরা অনুভব করিতেছে। কারণ, এই বিষয়ে যেসকল ইংরাজী ভাষায় প্রকাশিত পুস্তক আছে সেগুলি ঠিক বিশ্ববিদ্যালয়-প্রদত্ত পাঠ্যক্রমকে অনুসরণ করিয়া লিখিত হয় নাই। বর্তমান গ্রন্থটির রচনা এই দৃষ্টিভঙ্গীর দ্বারা নিয়ন্ত্রিত হইয়াছে।

আলোচ্য পুস্তকটি বিগত ১৫ বৎসর যাবৎ প্রাক্-স্নাতক পাস ও অনার্স শ্রেণীতে লেখকের প্রদত্ত 'লেকচার-নোট্স' বা বক্তৃতা-লিপি হইতে প্রস্তুত করা হইয়াছে। বলা বাহুল্য, বহু ইংরাজী গ্রন্থ, রচনা এবং পত্র-পত্রিকার সাহায্য ব্যতীত এই পুস্তক রচনা সম্ভব হইত না। পাণ্ডুলিপি পর্যালোচনার জন্য কলিকাতা বিশ্ববিদ্যালয়ের ভূতত্ত্ব-বিভাগের ভূতপূর্ব প্রধান অধ্যাপক শ্রীনির্মলনাথ চট্টোপাধ্যায় মহাশয়ের নিকট লেখক কৃতজ্ঞ। ভুল করা মানুষের পক্ষে স্বাভাবিক। এই গ্রন্থেও ভুল-ত্রুটি থাকিতে পারে। এ বিষয়ে কেহ দৃষ্টি আকর্ষণ করিলে তিনি লেখকের কৃতজ্ঞতাভাজন হইবেন।

২রা আগষ্ট, ১৯৭১

ভূতত্ত্ব-বিভাগ, প্রেসিডেন্সী কলেজ, কলিকাতা — লেখক

সূচীপত্র

পৃষ্ঠা

প্রথম অধ্যায়

স্তরবিদ্যার কয়েকটি মূলনীতি (general principles)

1·1 স্তরবিদ্যা (stratigraphy)

স্তরবিদ্যা ভূবিদ্যার একটি অন্যতম শাখা। স্তরীভূত শিলার বিশদ আলোচনা এই শাখার বিষয়বস্তু। আলোচনার লক্ষ্য হইল স্তরীভূত শিলার ক্রম ও বিন্যাস, সৃজনপদ্ধতি, জৈবিক পরিচিতি, স্থান-কাল-পরিসর, ভৌগোলিক তাৎপর্য ইত্যাদি। স্তরীভূত শিলা ভূত্বকের একটি বড় উপাদান। ইহার প্রধান পরিচয় হইল শিলাদেহে স্তরায়ণের চিহ্ন (stratification)। স্তরের পর স্তর ক্রমান্বয়ে বিন্যস্ত হইয়া এইপ্রকার শিলা সৃষ্টি করে। স্তরীভূত শিলা মুখ্যত পাললিক শিলা ; তবে বেসল্ট লাভা, ভস্মস্তর ইত্যাদি কয়েকটি আগ্নেয় শিলাকেও স্তরীভূত শিলার অন্তর্ভুক্ত বলিয়া বিবেচনা করা হয়।

স্তরবিদ্যাকে সময় সময় ভূবিদ্যার ঐতিহাসিক শাখা (historical geology) বলা হয়। কারণ, শিলার এক-একটি স্তর যেন পৃথিবীর ইতিহাসের এক-একটি পাতা। প্রাচীনতম হইতে নবীনতম পর্যন্ত সমস্ত স্তরগুলি পরীক্ষা করিয়া তাহাদের শিলাপ্রকৃতি ও জৈবিক প্রকৃতি বিশ্লেষণ করিলে পৃথিবীর আজন্ম বিবর্তনের সম্পূর্ণ ইতিহাস রচনা করা যায়। ইহা স্তরবিদ্যার অন্যতম প্রধান লক্ষ্য।

পাললিক শিলা এবং জীবাশ্ম—স্তরবিদ্যার মুখ্য উপাদান এই দুই বস্তু। সুতরাং, পুরাজীববিদ্যা (বা জীবাশ্ম-বিজ্ঞান, palæontology) এবং পললক্ষেপণ (sedimentation), এই দুইটি শাখার সহিত স্তরবিদ্যার নিবিড় সম্পর্ক রহিয়াছে। বস্তুত, উহারাই স্তরবিদ্যার ভিত্তিস্তম্ভ। প্রগতির সঙ্গে সঙ্গে স্তরবিদ্যার এই দ্বিমুখী সম্পর্ক বেশ সুস্পষ্ট হইয়া উঠিয়াছে। প্রকৃতপক্ষে এখন স্তরবিদ্যার মধ্যে দুইটি উপবিভাগ গড়িয়া উঠিয়াছে—একটির নাম শিলাস্তরবিদ্যা (lithostratigraphy) এবং অপরটির নাম জীবস্তর-বিদ্যা (biostratigraphy)। অজৈব শিলা উপাদানের গঠন ও প্রকৃতি বিচার-বিশ্লেষণ করিয়া তাহা হইতে তথ্য নির্ণয় করা শিলাস্তরবিদ্যার বিষয়। আর, শিলাস্তরে যে জীবাশ্ম রহিয়াছে তাহাদের পরিচয় নির্ণয় করিয়া জৈবিক তথ্য আহরণ করা জীবস্তরবিদ্যার লক্ষ্য। এই দুইটি অঙ্গের সমন্বয় ব্যতীত স্তরবিদ্যার অনুশীলন সম্পূর্ণ হয় না।

উপরে স্তরবিদ্যার সংজ্ঞা, উদ্দেশ্য এবং সম্পর্ক বিষয়ে যাহা বলা হইল তাহা হইতে ভূবিদ্যার এই শাখাটির একটি মোটামুটি ধারণা করা বোধ হয়

সম্ভব। তথাপি, এই পরিচয় সম্পূর্ণ করিবার জন্য আরও দুই-এক কথার প্রয়োজন। স্তরবিদ্যার অনুশীলনে তিনটি পর্যায় আছে। প্রথম পর্যায়ের কাজ হইল পরীক্ষামূলক, বিশদ সমীক্ষার সাহায্যে স্থানে স্থানে ভূতত্ত্বীয় মানচিত্র (map) এবং ছেদচিত্র (section) অঙ্কন করা এবং তদনুসারে স্তরক্রম (succession) নির্ণয় করা। দ্বিতীয় পর্যায়ের কাজ হইল পর্যবেক্ষণমূলক, পরীক্ষালব্ধ স্থানীয় স্তরক্রমগুলি পাশাপাশি রাখিয়া তাহাদের মধ্যে পারম্পর্য (correlation) অনুধাবন করা। তৃতীয় পর্যায়ের কাজটি হইল সিদ্ধান্ত-মূলক, ইহাই সর্বাধিক গুরুত্বপূর্ণ ; নিবিড় পর্যবেক্ষণের দ্বারা স্থানীয় স্তরক্রমগুলির মধ্যে যে পারম্পর্য ও পারস্পরিক সম্পর্ক পরিলক্ষিত হয় তাহার ভিত্তিতে ভূপৃষ্ঠের বৃহৎ বৃহৎ অঞ্চলে ভূতত্ত্বীয় অতীতকালে কিরূপ ভৌগোলিক বিবর্তন ঘটিয়াছিল তাহা নির্ধারণ করা হয়। এইভাবে রচিত হয় ভূতত্ত্বীয় ইতিহাস (geological history)—স্তরবিদ্যার ইহাই শেষ লক্ষ্য।

1·2 স্তরবিদ্যার প্রধান প্রধান সূত্র (fundamental laws of stratigraphy)

যেমন সকল শাস্ত্রই কয়েকটি মূল সূত্রের উপর ভিত্তি করিয়া প্রতিষ্ঠিত হয়, তেমনি স্তরবিদ্যার মূলেও তিনটি প্রধান সূত্র রহিয়াছে। প্রথমটিকে বলা যায় প্রাকৃতিক নিত্যতার সূত্র (law of uniformitarianism), দ্বিতীয়টির নাম স্তরের পর্যায়ক্রমের সূত্র (law of superposition) এবং, তৃতীয়টি হইল জৈবিক অনুক্রমের সূত্র (law of faunal succession)।

(১) **প্রাকৃতিক নিত্যতার সূত্র** (law of uniformitarianism) —অষ্টাদশ শতকের শেষভাগে জার্মান ভূবিদ ভের্ণারের (Werner) নেতৃত্বে নেপচুনিষ্ট প্রকল্প নামে একটি মতবাদ ইউরোপে চালু হইয়াছিল। এই মতে, অতীতে সময় সময় ভূপৃষ্ঠ সম্পূর্ণরূপে সমুদ্রমগ্ন হইয়াছিল এবং এইরূপ অবগাহনকালে সমুদ্রজল হইতে ভূপৃষ্ঠে অবক্ষিপ্ত পললের দ্বারাই ভূপৃষ্ঠের সমস্ত শিলাস্তর গঠিত হয়, এমনকি বেসল্ট শিলাও। কিন্তু কিছুকাল পরে, ইংরাজ ভূবিদ জেম্‌স হাটন এই ভ্রান্ত প্রকল্পে কুঠারাঘাত করিয়া ঘোষণা করেন যে, প্রাকৃতিক ধারার মধ্যে একটি নিত্যতা অর্থাৎ সংগতি ও সামঞ্জস্য রহিয়াছে। অদ্যকার নদী, নালা, আগ্নেয়গিরি, হিমবাহ, সমুদ্র ইত্যাদি প্রাকৃতিক শক্তির যে সকল কার্য ভূপৃষ্ঠের উপর আমরা দেখিতে পাই, অতীতেও প্রকৃতির এই সকল ক্রিয়া ঠিক এইভাবেই চলিয়া আসিয়াছে। সুতরাং, সকল শিলাস্তর কখনও সামুদ্রিক পলল হইতে উৎপন্ন হইতে পারে না। প্রকৃতপক্ষে বর্তমানের প্রকৃতির মধ্যেই আমরা অতীত প্রকৃতিকে প্রত্যক্ষ করিতে পারি। 'Present is the key to the past'—এই বিখ্যাত উক্তিটি এ প্রসঙ্গে

উল্লেখযোগ্য। ভূপৃষ্ঠে শিলার ক্ষয় ও সঞ্চয় কার্যে প্রকৃতি যে আবহমানকাল ধরিয়া একটি সংগতি ও সামঞ্জস্য রক্ষা করিয়া আসিতেছে এই সত্যটিই আলোচ্য সূত্রে উক্ত হইয়াছে। এই স্বীকারোক্তি স্তরবিদ্যার একটি ভিত্তি-প্রস্তরের মত।

(২) **স্তরের পর্যায়ক্রমের সূত্র** (law of superposition)—স্তরের প্রাচীনতা উহার পর্যায়ক্রম হইতে নির্ণীত হয় এই সত্যটিই আলোচ্য সূত্রের মূলকথা। অর্থাৎ পাললিক শিলার স্তরসজ্জায় একটি কালক্রমিকতা অন্তর্নিহিত থাকে। উদাহরণের দ্বারা বিষয়টি সুস্পষ্ট হইবে। ধরা যাউক, ক, খ, গ, ঘ এবং ঙ এই পাঁচটি স্তর যথাক্রমে উপর্যুপরি বিন্যস্ত রহিয়াছে; ক এই স্তরক্রমের সর্বনিম্নে অবস্থিত এবং ঙ সর্বোচ্চে। যদি এই স্তরক্রম ভূসংক্ষোভের ফলে ব্যতিক্রান্ত (inverted) না হইয়া থাকে তবে আলোচ্য সূত্রানুসারে ক স্তরটি প্রাচীনতম, ঙ স্তরটি নবীনতম এবং অন্যগুলির বয়স তাহাদের ক্রমিক অবস্থানের অনুযায়ী। এই সূত্র অনুসরণ করিয়া ভূপৃষ্ঠে বিভিন্ন স্তরের আপেক্ষিক প্রাচীনতা নির্ণয় করা হয় এবং স্তরক্রম নির্দিষ্ট করা হয়। অতএব এই সূত্রটি স্তরবিদ্যার একটি ভিত্তিপ্রস্তর স্বরূপ। তবে ব্যতিক্রম (inversion) হইয়া থাকিলে এই সূত্র প্রয়োগ করা চলে না।

(৩) **জৈবিক অনুক্রমের সূত্র** (law of faunal succession)—অষ্টাদশ এবং ঊনবিংশ শতাব্দীর সন্ধিক্ষণে ইংরাজ বৈজ্ঞানিক উইলিয়ম স্মিথ এই সূত্রটি আবিষ্কার করেন। প্রথমে তিনি লক্ষ্য করেন যে, জীবাশ্ম-বাহী কোন শিলাস্তরকে যদি দেশ হইতে দেশান্তরে অনুসরণ করা যায়, তাহা হইলে সাধারণত বহুদূর ব্যাপিয়া তাহার জৈবিক বৈশিষ্ট্য অক্ষুণ্ণ থাকে। অর্থাৎ নির্দিষ্ট কোন স্তর ভূপৃষ্ঠের সর্বত্রই নির্দিষ্ট জীবাশ্ম (বা জীবাশ্ম-গোষ্ঠী) দ্বারা চিহ্নিত; সুতরাং সেটিকে সহজেই চিনিতে পারা যায়। যেমন গ্র্যাপটোলাইট-বাহী স্তর দেখিলেই সাধারণত তাহাকে আমরা অর্ডোভিসিয়ান বা সিলুরিয়ান যুগের গণ্য করি। একই স্তরভুক্ত শিলাকে যেমন জীবাশ্মগত সাদৃশ্যের দ্বারা চিহ্নিত করা যায়, তেমনি ভিন্ন ভিন্ন যুগের শিলাস্তরকে জীবাশ্মগত বৈষম্যের দ্বারা পৃথক্ করা যায়। যেমন ট্রাইলোবাইট-বাহী স্তর পুরাজীবীয়, অ্যামোনাইট-বাহী স্তর মধ্যজীবীয় ও উন্নত স্তন্যপায়ী-বাহী স্তর নবজীবীয় কালের। যে কোন স্তরের জীবাশ্ম-গোষ্ঠী যখন প্রাচীনতর বা নবীনতর অন্য কোন স্তরের জীবাশ্ম-গোষ্ঠী হইতে পৃথক্ ও স্বতন্ত্র তখন বলা যায় যে, প্রত্যেক যুগেই ভূপৃষ্ঠ একটি বিশিষ্ট জীব-গোষ্ঠীর দ্বারা অধ্যুষিত হইয়াছিল এবং কোন যুগের জীবগোষ্ঠী পরবর্তী কোন যুগে পুনরাবৃত্ত হয় নাই। এই সিদ্ধান্তকেই স্মিথ জৈবিক অনুক্রমের সূত্রাকারে লিপিবদ্ধ করেন। ইহাতে বলা হইয়াছে, ভূতত্ত্বীয় অতীতে বিভিন্ন জীবের আবির্ভাব একটি নির্দিষ্ট ক্রম অনুসারে হইয়াছিল এবং উহাদের তিরোভাবও

ঘটিয়াছিল একটি নির্দিষ্ট ক্রম অনুযায়ী ; সেজন্য ভূতত্ত্বীয় কালবিভাগে বিভিন্ন জীবগোষ্ঠীর উত্থান-পতন একটি নির্দিষ্ট ক্রমানুযায়ী সজ্জিত।

1·3 ভূস্তর-স্তম্ভ (stratigraphic column)

ভূস্তর-স্তম্ভ—ভূপৃষ্ঠ যেদিন কঠিনতা লাভ করিল সেদিন প্রথম শিলাসৃষ্টি। প্রকৃতির দিকে লক্ষ্য করিলে দেখা যায় শিলা আজও সৃষ্টি হইতেছে। সেদিন হইতে আজ পর্যন্ত যে সকল শিলাস্তর ভূপৃষ্ঠে রচিত হইয়াছে তাহাদের সবগুলিকে যদি প্রাচীনতার ক্রমানুসারে একটির উপর একটি সজ্জিত কল্পনা করি, তাহা হইলে সুউচ্চ স্তম্ভের মত একটি স্তরক্রম খাড়া হইবে—ইহাকে স্তরবিদগণ 'ভূস্তর-স্তম্ভ' নাম দিয়াছেন। বিভিন্ন স্থানে ভূস্তর-স্তম্ভের খণ্ডিত অংশ পাওয়া যায় কিন্তু কোথাও সম্পূর্ণ স্তম্ভটি দেখিতে পাওয়া যায় না। আধুনিক স্তরবিদ্যায় ভূস্তর-স্তম্ভের যে রূপটি কল্পিত হইয়াছে উহা দুই শতাধিক বর্ষব্যাপী বৈজ্ঞানিক প্রচেষ্টা হইতে লব্ধ। অষ্টাদশ শতাব্দীর দ্বিতীয়ার্ধ হইতে ভূবিদ্যা ও স্তরবিদ্যার ক্ষেত্রে বৈজ্ঞানিক চিন্তার সুরু। গোড়ার দিকে বিজ্ঞানীরা ভূপৃষ্ঠের নানা স্থানে উদ্ভিন্ন (exposed) শিলার প্রাচীনতা বা পারস্পরিক সম্পর্কের বিষয় কিছুই জানিতেন না। কেবল শিলার গঠন ও প্রকৃতি অনুসারে তাঁহারা শিলাকে তিন শ্রেণীতে বিভক্ত করেন ঃ—(ক) মূলশিলা (primary rocks), ইহার মধ্যে সকল কঠিন আগ্নেয় শিলা ও রূপান্তরিত শিলাকে অন্তর্ভুক্ত করা হয় ; (খ) স্তরীভূত শিলা (secondary rocks), মূলশিলা হইতে লব্ধ ; (গ) অসংবদ্ধ কাঁকর-বালি-মাটি (unconsolidated alluvial gravel and sand)। পরবর্তীকালে এই শ্রেণীবিভাগ নানাভাবে পরিবর্তিত ও পরিবর্ধিত হয়। ক্রমশ বিজ্ঞানীরা কল্পনা করেন শিলার যে শ্রেণীভেদ রহিয়াছে ইহা কেবল গাঠনিক এবং উপাদানগতই নহে, ইহার সহিত শিলার বয়স ও প্রাচীনতারও কিছু সম্পর্ক রহিয়াছে। যেমন, মূলশিলা সাধারণত সর্বাপেক্ষা পুরাতন, স্তরীভূত পাললিক শিলা অপেক্ষাকৃত নবীন এবং কাঁকর-বালি-মাটির স্তরগুলি নবীনতম। শিলার প্রাচীনতা ও আপেক্ষিক বয়স সম্বন্ধে এইরূপ একটি কাল্পনিক ধারণা এইভাবে গড়িয়া ওঠে। ইত্যবসরে, জীবাশ্ম-বিজ্ঞান বেশ প্রচলিত হইয়া ওঠে এবং শিলাস্তরের প্রাচীনতা নির্ণয়ে জীবাশ্মের প্রয়োগ চালু হয়। এই প্রয়োগবিদ্যার সাহায্যে বিজ্ঞানীরা বুঝিতে পারেন কোন্ শিলার বয়স কিরূপ। তখন তাঁহারা পূর্বে শিলার যে উপাদানগত শ্রেণীভেদ প্রচলিত ছিল তাহার প্রয়োজনীয় পরিবর্তন সাধন করিয়া একটি বয়ঃক্রমিক শ্রেণীবিভাগ প্রচলিত করেন এবং সেজন্য শ্রেণীগুলির নামও অদল-বদল করা হয়। প্রাচীনতা অনুসারে এখন এই শিলাস্তরীয় বিভাগ-গুলিকে একটির উপর একটি রাখিয়া একটি স্তম্ভ কল্পনা করা হয়—ইহাই

ভূস্তর-স্তম্ভ। প্রত্যেকটি বিভাগের পরিসর যথেষ্ট অধিক হওয়ার দরুণ উহার মধ্যে আবার প্রাচীনতার ক্রমে কয়েকটি উপবিভাগ সৃষ্টি করা হয়। ভূস্তর-স্তম্ভের বিভিন্ন অংশের নাম-সম্বলিত শ্রেণীবিভাগ প্রথম প্রকাশিত হয় প্রায় দেড় শত বৎসর পূর্বে। তদবধি ভূস্তর-স্তম্ভের রূপ ও বিভাগ অনেক বদলাইয়াছে। আধুনিক রূপে ইহার চারটি প্রধান অংশ—প্রাক্‌কেম্ব্রিয়ান (Precambrian), পুরাজীবীয় (Palaeozoic), মধ্যজীবীয় (Mesozoic) এবং নবজীবীয় (Cainozoic)। উপবিভাগগুলি ১নং তালিকায় দ্রষ্টব্য।

1·4 স্তরীয় একক (stratigraphic unit)

ভূপৃষ্ঠের কোন স্থানেই একটানা অবক্ষেপণের প্রমাণ নাই। যে-কোন একটি প্রাকৃতিক স্তরক্রমকে নিম্ন হইতে শীর্ষ পর্যন্ত পরীক্ষা করিলে দেখা যাইবে, কতকগুলি ছেদচিহ্নের দ্বারা ইহা একাধিক স্তরে বিভক্ত। স্তরক্রমের অন্তর্বর্তী এই ছেদচিহ্ন অবক্ষেপণের সাময়িক বিরতি নির্দেশ করে। এই ছেদ বা বিরতি নানা রূপে প্রকাশিত হইতে পারে। যেমন, গাঠনিক অসংগতি (বা ব্যুৎক্রম, unconformity) দ্বারা; অথবা শিলাপ্রকৃতির বৈষম্যের দ্বারা; অথবা জৈবিক প্রকৃতির পরিবর্তনের দ্বারা (palaeontological change); বা অন্য কোন উপায়ে। যাহা হউক, পর্যায়ক্রমিক দুইটি বিরতির অন্তর্বর্তী যে স্তরদেহ তাহাকে ব্যবহারিক সুবিধার জন্য একক স্তর বলিয়া বিবেচনা করা হয়। 'স্তরীয় একক' বা 'একক স্তর' বলিতে বুঝায় এমন একটি স্তরদেহ যাহা উপরে ও নীচে উভয় প্রান্তেই স্বাভাবিক সীমা (বা ছেদচিহ্ন) দ্বারা চিহ্নিত। বস্তুত, ভূপৃষ্ঠের যে কোন স্তরক্রমকে পরীক্ষা করিলে দেখা যাইবে যে উহা এইরূপ কয়েকটি স্তরীয় এককের সমষ্টি। প্রত্যেক স্তরক্রমকেই এইরূপ কয়েকটি এককে খণ্ডিত বা বিশ্লিষ্ট না করিয়া লইলে অনুশীলনের সুবিধা হয় না। সাধারণত কোন স্তরীয় এককের দুই প্রান্তিক সীমা ব্যতীত উহার অন্তর্বর্তী কয়েকটি বৈশিষ্ট্য থাকে। এই বৈশিষ্ট্য এবং সীমারেখার সাহায্যেই স্তরীয় একক একস্থান হইতে অন্যস্থানে প্রসারিত ও পরিচিত হয়। স্তরীয় একক উদ্ভাবন করিবার কালে তাহাকে কি প্রকার সীমা ও বৈশিষ্ট্যের দ্বারা চিহ্নিত করা হইতেছে তাহার উপরেই স্তরীয় এককের প্রকৃতি নির্ভর করে। এই প্রকৃতিভেদে তিন শ্রেণীর স্তরীয় একক দেখিতে পাওয়া যায়:—কালস্তরীয় একক (chronostratigraphic or time-stratigraphic unit), শিলাস্তরীয় একক (lithostratigraphic unit) ও জীবস্তরীয় একক (biostratigraphic unit)।

কালস্তরীয় একক—ইহা বলিতে এমন একটি শিলাস্তরকে বুঝায় যাহা ভূপৃষ্ঠের সর্বত্র ভূতত্ত্বীয় অতীতের কোন নির্দিষ্টকালে অবক্ষিপ্ত হইয়াছিল।

কালস্তরীয় একক ভূতত্ত্বীয় কালের একটি নির্দিষ্ট ব্যবধানকে সূচিত করে এবং ইহা ঐ কাল-ব্যবধানের দৈহিক রূপায়ণ। ঐ কাল-ব্যবধানের উচ্চ ও নিম্ন সীমা যথাক্রমে কালস্তরীয় এককের দুই প্রান্তিক সীমার সহিত একরেখীয়। অর্থাৎ কালস্তরীয় এককের প্রান্তদ্বয় বস্তুত দুই কালরেখা। একটি কালস্তরীয় একককে গোড়াতে নির্বাচনের সময় ভূপৃষ্ঠের কোন নির্দিষ্ট স্থানে, যেখানে ঐ স্তরটির প্রকৃতি সর্বাধিক প্রকাশিত (আদর্শভূমি, type-area), উহার দুই প্রান্ত সুস্পষ্ট দুই স্বাভাবিক অসংগতির দ্বারা চিহ্নিত করা হয়। অতঃপর কয়েকটি গুরুত্বপূর্ণ জৈবিক বৈশিষ্ট্যের দ্বারা উহাকে পরিচিত করা হয়। এখন স্থান হইতে স্থানান্তরে, দেশ হইতে দেশান্তরে ঐ কালস্তরীয় এককটিকে অনুসরণ এবং সনাক্ত করা সহজেই সম্ভব হয়। অবশ্য প্রত্যেক কালস্তরীয় এককের ভূবিস্তৃতিই স্থানে স্থানে বিচ্ছিন্ন, কিন্তু ঐ সকল বিচ্ছিন্ন অংশের মধ্যে জীবাশ্মগত কিছু বৈশিষ্ট্য সর্বদা না হইলেও সচরাচর অক্ষুন্ন থাকে। জৈবিক সাদৃশ্য মোটামুটিভাবে অক্ষুন্ন থাকিলেও, কালস্তরীয় এককের শিলাপ্রকৃতি ইহার অনুভূমিক বিস্তৃতির সহিত প্রায়ই পরিবর্তিত হয় এবং এই পরিবর্তন উহার জৈবিক প্রকৃতির উপরেও ছায়াপাত করিতে পারে। কালস্তরীয় একক কার্যত পৃথিবীব্যাপী। ইহা ছোট বড় সকল শ্রেণীর হইতে পারে। প্রমাণ কালস্তরীয় এককের নাম 'গোষ্ঠী' (system); যথা, কেম্ব্রিয়ান গোষ্ঠী বা ট্রায়াসিক গোষ্ঠী। গোষ্ঠী একটি আন্তর্জাতিক একক। পৃথিবীর সর্বত্র কোন গোষ্ঠীকে কতকগুলি বৈশিষ্ট্য, বিশেষত জৈবিক বৈশিষ্ট্য দ্বারা সনাক্ত করা যায়। যেমন, সমুদ্রজাত ট্রায়াসিক গোষ্ঠীকে পৃথিবীর সর্বত্র অ্যামোনাইট নামক জীবের আবির্ভাব, স্পিরিফার প্রোডাক্টস জীবগোষ্ঠীর বিলুপ্তি ও আরও অন্যান্য জৈবিক বৈশিষ্ট্যের দ্বারা চেনা যায়। একটি গোষ্ঠীকে একাধিক 'শ্রেণী'তে (series) বিভক্ত করা যায়। যেমন, কোয়াটারনারি গোষ্ঠীর মধ্যে দুইটি শ্রেণী—প্লেইসটোসিন এবং হলোসিন। শ্রেণীর আবার উপবিভাগ আছে—যেমন 'সোপান' (stage), 'অনুসোপান' (substage) ইত্যাদি। উদাহরণস্বরূপ নাম করা যায়—নিম্ন মায়োসিন বা ঊর্ধ্ব প্লায়োসিন সোপান। শ্রেণী ও তন্নিম্ন এককগুলি অনেক সময় স্থানীয় বৈশিষ্ট্যের উপর ভিত্তি করিয়া গড়িয়া ওঠে বলিয়া উহাদের মধ্যে আন্তর্জাতিক অভিন্নতা বা প্রকৃতি-বৈশিষ্ট্য কদাচ পরিলক্ষিত হয়। একটি স্তর-গোষ্ঠী যে কাল ব্যাপিয়া অবক্ষিপ্ত হয় সেই কাল-ব্যবধানকে 'যুগ' (period) বলা হয় এবং একটি স্তর-শ্রেণীর সৃজনকালকে 'উপযুগ' (epoch) বলা হয়।

শিলাস্তরীয় একক—ইহা বলিতে এমন একটি স্তরকে বুঝায় যাহার সীমারেখা শিলাপ্রকৃতির দ্বারা নির্দিষ্ট। এইরূপ স্তরের মধ্যে একটি উপাদানগত ঐক্য এবং সমতা বর্তমান থাকে; ইহা নির্দেশ করে যে সমগ্র স্তরটি একই

প্রাকৃতিক প্রভাব প্রতিবেশের মধ্যে গঠিত হইয়াছিল। শিলাস্তরীয় একককে উভয়প্রান্তে গাঠনিক অসংগতি বা ঐ জাতীয় সুস্পষ্ট ছেদরেখা দ্বারা সীমিত করা হয়। কতকগুলি স্থূল বৈশিষ্ট্যের দ্বারা চিহ্নিত বলিয়া শিলাস্তরীয় একককে সহজেই সনাক্ত করা এবং মানচিত্রিত করা সম্ভব। শিলাস্তরীয় এককের বিভিন্ন অংশের বয়সের মধ্যে কিছুটা বৈষম্য থাকিতে পারে। অর্থাৎ, ইহার পার্শ্বিক বিস্তৃতি সমকালীন নাও হইতে পারে। কালস্তরীয় এককের সহিত ইহার প্রভেদ এইখানেই। শিলাস্তরীয় এককের মাত্রা কালমাত্রার সহিত সমান্তরাল অথবা তির্যক হইতে পারে। কিন্তু কালস্তরীয় এককের মাত্রা এবং কালমাত্রা অবশ্যই সমান্তরাল। কোন শিলাস্তরীয় এককের মধ্যে ভূমি হইতে শীর্ষ অভিমুখে শৈল উপাদানের পরিবর্তন হইতে পারে, কিন্তু সেই পরিবর্তনের ধারা সাধারণত সর্বত্র একই রূপ হইয়া থাকে। এবং, উহার মধ্যে কোন গাঠনিক অসংগতি বা ছেদ থাকে না। প্রমাণ শিলাস্তরীয় এককের নাম 'সংঘ' (formation)। সংঘ বলিতে বুঝায় বিরতি বা অসংগতির দ্বারা উভয়প্রান্তে সীমাবদ্ধ একটি স্তর যাহা প্রকৃতপক্ষে বিভিন্ন শিলা উপাদানে গঠিত কয়েকটি অপেক্ষাকৃত পাতলা স্তরের সমষ্টি। এই শেষোক্তদের সংযোগ-তলগুলিতে কোন অসংগতি থাকে না। সংঘের উপবিভাগ হইল যথাক্রমে —সভ্য (member), অনুস্তর (bed) ইত্যাদি। শৈল উপাদানের বিরতি, গভীরতা ইত্যাদির ভিত্তিতে সাধারণত উক্ত এককগুলিকে নির্ধারিত করা হয়। সংঘ বা যে কোন শিলাস্তরীয় এককের বিস্তৃতি অপেক্ষাকৃত স্বল্পব্যাপী। সুতরাং, শিলাস্তরীয় এককের প্রয়োগ আঞ্চলিক, ইহা আন্তর্জাতিক পর্যায়ের নহে। একাধিক সংঘের সমষ্টিকে 'সংঘদল' বলা (group of formations) যায়—যেমন, গণ্ডোয়ানা সংঘদল।

জীবস্তরীয় একক—ইহা বলিতে এমন একটি স্তরকে বুঝায় যাহার সীমারেখা ঐ স্তরের জননকাল বা শিলাপ্রকৃতির দ্বারা নিয়ন্ত্রিত নহে, কেবলমাত্র অন্তর্ভুক্ত জীবাশ্মের প্রকৃতির ভিত্তিতেই ইহা নির্ধারিত। জীবাশ্মময় কোন স্থানীয় স্তরক্রমকে জীবাশ্ম বা জীবাশ্মগোষ্ঠীর দ্বারা অনেকসময় কয়েকটি বিশিষ্ট পর্যায়ক্রমিক অংশে বিভক্ত করা যায়। এইরূপ অংশকে জীবস্তরীয় একক বলে। জীবস্তরীয় এককের বৈশিষ্ট্য মূলত স্থানীয় বৈশিষ্ট্য। সুতরাং কিছুদূর অনুসরণ করিবার পর জীবস্তরীয় এককের বৈশিষ্ট্য বা মৌলিকতা বিলুপ্ত হইতে পারে। এইরূপ একক স্থানীয় একক। কালস্তরীয় এককও অনেক সময় জৈবিক বৈশিষ্ট্যের উপর নির্ধারিত হয়, কিন্তু তাহা অনেক ব্যাপক ধরণের বৈশিষ্ট্য, আন্তর্জাতিক বিস্তৃতি-সম্পন্ন ; সুতরাং তাহা কালমানরূপে প্রযুক্ত হইতে পারে এবং কালগত সার্থকতা লাভ করে। কিন্তু জীবস্তরের জৈবিক বৈশিষ্ট্য সম্পূর্ণরূপে স্থানীয় ব্যাপার। প্রমাণ জীবস্তরীয় এককের নাম 'জৈবিক

১নং তালিকা: ভূতত্ত্বীয় কাল-বিভাগ

	অধিযুগ	যুগ	উপযুগ	বয়স (কোটিবর্ষে)
ভূতত্ত্বীয় কাল	(4) নবজীবীয়	(গ) কোয়াটারনারি	(গ$_2$) হলোসিন	—
			(গ$_1$) প্লেইস্টোসিন	0·1
		(খ) নিওজিন বা ঊর্ধ্ব টার্শারি	(খ$_2$) প্লায়োসিন	0·8
			(খ$_1$) মায়োসিন	2·5
		(ক) প্যালিওজিন বা নিম্ন টার্শারি	(ক$_3$) অলিগোসিন	3·8
			(ক$_2$) ইয়োসিন	6·5
			(ক$_1$) প্যালিওসিন	8·0
	(3) মধ্যজীবীয়	(গ) ক্রীটেশাস		14·0
		(খ) জুরাসিক		20·0
		(ক) ট্রায়াসিক		24·0
	(2) পুরাজীবীয়	(চ) পার্মিয়ান		29·0
		(ঙ) কার্বনিফেরাস	(ঙ$_2$) পেনসিলভ্যানিয়ান (ঙ$_1$) মিসিসিপিয়ান	35·0
		(ঘ) ডেভনিয়ান		41·0
		(গ) সিলুরিয়ান		44·5
		(খ) অর্ডোভিসিয়ান		50·5
		(ক) কেম্ব্রিয়ান		60·5
	(1) প্রাক্‌কেম্ব্রিয়ান	(খ) নব প্রাক্‌কেম্ব্রিয়ান (অ্যালগংকিয়ান)		200·00
		(ক) পুরা প্রাক্‌কেম্ব্রিয়ান (আর্কিয়ান)		360·00 অপেক্ষা বেশী

অঞ্চল' (biozone)। একটি অঞ্চলকে নির্ধারণ করিবার জন্য বিশেষ বিশেষ গণ (genus), জাতি (species) বা তাহাদের সমষ্টি ব্যবহৃত হইতে পারে।

1·5 ভূতত্ত্বীয় কাল ও কাল-বিভাগ (geological time and time-scale)

ভূত্বক যেদিন কঠিন হইতে সুরু করিল সেদিন হইতে অদ্যাবধি সময়কে ভূতত্ত্বীয় কাল আখ্যা দেওয়া হইয়াছে। এই দীর্ঘকালের পরিসর ৩৬০ কোটি বর্ষেরও অধিক। পৃথিবীর জন্ম হয় নিশ্চয় আরও কিছুকাল পূর্বে। আনুমানিক ৪৫০ কোটি বৎসর পৃথিবীর বয়স। কালের প্রবাহ অবিরাম। ইহাতে কোন স্বাভাবিক বিরতি নাই। তথাপি, পৃথিবীর ইতিহাসের অনুশীলনের সুবিধার জন্য ভূতত্ত্বীয় কালকে একাধিক অংশে বিভক্ত ও উপবিভক্ত করা হইয়াছে। ভূতত্ত্বীয় কাল ভূস্তর-স্তম্ভের মধ্যে রূপলাভ করিয়াছে। সুতরাং, ভূস্তর-স্তম্ভের মধ্যে যে-সকল গুরুত্বপূর্ণ ছেদ বা বিরতি রহিয়াছে তাহাদের ভিত্তিতেই ভূতত্ত্বীয় কালকে বিভক্ত করা হয়। তাই ভূস্তর-স্তম্ভের শ্রেণীবিভাগ এবং ভূতত্ত্বীয় কালের শ্রেণীবিভাগ অনুরূপ। যে সকল এককের সমন্বয়ে ভূস্তর-স্তম্ভ গঠিত তাহাদের নামেই ভূতত্ত্বীয় কালের বিভাগগুলিকে মনোনীত করা হইয়াছে। উল্লিখিত ১নং তালিকায় ভূতত্ত্বীয় কালের এই শ্রেণীবিভাগ প্রদর্শিত হইল। বাৎসরিক কালের বিভাগ যেমন আমরা পঞ্জিকায় প্রত্যক্ষ করি, পূর্ব পৃষ্ঠার তালিকাটিতেও তেমনি ভূতত্ত্বীয় কাল-বিভাগ দেখা যাইতেছে। সেইজন্য ইহা অনেকটা ভূতত্ত্বীয় পঞ্জিকার মতো। সমগ্র ভূতত্ত্বীয় কালকে প্রথমে চারিটি বড় শ্রেণীতে ('অধিকল্প' বা 'অধিযুগ', era) বিভক্ত করা হইয়াছে। প্রত্যেক অধিযুগ আবার একাধিক 'যুগ' বা 'কল্পে' (period) বিভক্ত। যুগের উপবিভাগকে বলা হয় 'উপযুগ' (epoch)।

ভারতের স্তরীয় শ্রেণীবিভাগ (Indian stratigraphic scale)—উপরোক্ত ভূতত্ত্বীয় কাল-বিভাগ (বা স্তরীয় শ্রেণীবিভাগ, stratigraphic scale) সকল দেশের পক্ষেই প্রযোজ্য; সুতরাং, ইহা স্তরবিদ্যায় আন্তর্জাতিক স্বীকৃতি লাভ করিয়াছে। তথাপি কোন কোন দেশে স্থানীয় স্তরক্রমের তথা ভূতত্ত্বীয় ইতিহাসের মধ্যে এমন কিছু বৈশিষ্ট্য থাকিতে পারে যাহা আন্তর্জাতিক ভূতত্ত্বীয় কালবিভাগে প্রতিফলিত হয় নাই। সেক্ষেত্রে, ঐ দেশের আভ্যন্তরীণ অনুশীলনের সুবিধার্থে অবশ্যই ভূতত্ত্বীয় কাল-বিভাগকে কিঞ্চিৎ পরিবর্তিত করা চলে। ভারতবর্ষের ক্ষেত্রেও এইরূপ হইয়াছে। ভারতের স্তরক্রমে যে ছেদগুলি রহিয়াছে তাহারা প্রমাণ করে যে ইউরোপের ভূতত্ত্বীয় ইতিহাস ও ভারতের ভূতত্ত্বীয় ইতিহাস (বিশেষত দক্ষিণ ভারতের) এই

দুয়ের মধ্যে বেশ পার্থক্য আছে। এই কারণে ১৯০৪ খ্রীঃ টমাস হলাণ্ড একটি বিশেষ ভারতীয় কাল-বিভাগ বা স্তরীয় বিভাগ প্রস্তাব করেন। উহা নিম্নরূপ (২নং তালিকা) :—

২নং তালিকা : ভারতের স্তরীয় শ্রেণীবিভাগ

ভারতীয় স্তর-বিভাগ * বা কাল-বিভাগ	আন্তর্জাতিক কাল-বিভাগের সহিত সম্পর্ক
(4) আর্য বিভাগ (Aryan)	নব কার্বনিফেরাস হইতে আজ পর্যন্ত
—অসংগতি—	
(3) দ্রাবিড় বিভাগ (Dravidian)	কেম্ব্রিয়ান হইতে মধ্য কার্বনিফেরাস
—অসংগতি—	
(2) পুরাণা বিভাগ (Purana)	নব প্রাক্‌কেম্ব্রিয়ান (late Precambrian)
—অসংগতি—	
(1) আর্কিয়ান বিভাগ (Archaean)	পুরা প্রাক্‌কেম্ব্রিয়ান (early Precambrian)

ভারতীয় স্তর-বিভাগ ও আন্তর্জাতিক স্তর-বিভাগের মধ্যে মূল পার্থক্যগুলি হইল :—

(ক) আন্তর্জাতিক বিভাগে পুরাজীবীয় এবং মধ্যজীবীয় অধিযুগের মধ্যে অর্থাৎ পার্মিয়ান ও ট্রায়াসিক এই দুই গোষ্ঠীর মধ্যে যে গুরুত্বপূর্ণ ছেদ রহিয়াছে ভারতীয় স্তরক্রমে তাহা বিশেষ দেখা যায় না। বিশেষত সামুদ্রিক স্তরক্রমে এই সীমারেখায় পাললিক অসংগতির চিহ্ন দুর্লভ।

(খ) ভারতীয় স্তরক্রমে কার্বনিফেরাস গোষ্ঠীর উর্ধ্বাংশে একটি ব্যাপক অসংগতি দেখা যায়। ইহার ভিত্তিতেই আর্য বিভাগ ও দ্রাবিড় বিভাগের মধ্যে সীমা অঙ্কিত করা হইয়াছে। কিন্তু অনুরূপ কোন অসংগতি আন্তর্জাতিক স্তর-বিভাগে নাই।

(গ) আন্তর্জাতিক স্তর-বিভাগে উর্ধ্ব প্রাক্‌কেম্ব্রিয়ান (নব প্রাক্‌-কেম্ব্রিয়ান) বিভাগটি অনেক সময় 'অ্যালগংকিয়ান' নামে অভিহিত হয়; ভারতীয় স্তর-বিভাগে উহার নাম পুরাণা।

আরও কিছু কিছু ছোটখাটো পার্থক্য বর্তমান আছে।

1·6 ভূতত্ত্বীয় কালের পরিমাপ (measurement of geological time)

পৃথিবীর বয়স বা ভূতত্ত্বীয় কালকে পরিমাপ করিবার জন্য বহুকাল যাবৎ বহু প্রচেষ্টা চলিয়াছে। জ্যোতির্বিদগণ প্রথম এই প্রচেষ্টা সুরু করেন। তাঁহাদের পরীক্ষা হইতে পৃথিবীর বয়স মাত্র নয় বা দশ কোটি বৎসর বলিয়া স্থির হয়। ভূবিদগণ এই বিষয়ে প্রয়াসী হন সমুদ্রে লবণের মোট পরিমাণ এবং তাহার বাৎসরিক বৃদ্ধির হার এই দুই রাশির অনুপাতের ভিত্তিতে। কিন্তু ফল মোটেই সন্তোষজনক হয় নাই। ইহার পর ভূস্তর-স্তম্ভের মোট গভীরতা এবং ভূপৃষ্ঠে পললক্ষেপণের ও শিলাক্ষয়ের বাৎসরিক হার এই সকল তথ্যের উপর ভিত্তি করিয়া ভূতত্ত্বীয় কাল পরিমাপ করার চেষ্টা করা হয়। কিন্তু ফল হয় অতি নগণ্য। হিমবাহজাত ভার্ভ্ (varve) অবক্ষেপের মধ্যে স্তরগণনা করিয়াও একটি চেষ্টা চালানো হয়।

বিগত কয়েক দশক যাবৎ ভূতত্ত্বীয় কাল পরিমাপ করার উদ্দেশ্যে প্রাচীনতম শিলাস্তরগুলির (আগ্নেয় বা রূপান্তরিত) বয়স নির্ণয়ের চেষ্টা চলিয়াছে তেজস্ক্রিয় মণিকের পরিমাণবাচক বিশ্লেষণ দ্বারা। তেজস্ক্রিয়ার নীতি অনুসারে কতকগুলি মণিকে উহারা কঠিন দেহ লাভ করিবার সঙ্গে সঙ্গে, অন্তর্ভুক্ত মৌল নিরন্তর বিশ্লিষ্ট হইয়া ভিন্ন মৌলে পরিণত হয়। এই বিশ্লেষণের হার নির্দিষ্ট মৌলের ক্ষেত্রে নির্দিষ্ট। সুতরাং, বহিঃপ্রভাবকে অগ্রাহ্য করিলে, মণিকদেহের মধ্যে নব উৎপন্ন মৌলের (বা আইসোটোপের) পরিমাণ এবং পুরাতন তেজস্ক্রিয় মৌলটির (বা আইসোটোপের) পরিমাণ, এই দুই রাশির অনুপাত কালের সহিত বৃদ্ধি পায় এবং কালের পরিমাপ করে। সংক্ষেপে বলা যায় যে তেজস্ক্রিয় মণিক ভূতত্ত্বীয় ঘড়ির ন্যায় কাজ করে। ঐ ঘড়ির সাহায্যে জানা যায় পরিবেষ্টনকারী শিলার ও অন্যান্য অনেক ভূতত্ত্বীয় ঘটনার বয়স। মণিকদেহের মধ্যে আইসোটোপের পরিমাণ বা অনুপাত নির্ণয়ের জন্য ফ্লেম-ফটোমিটার ও অন্যান্য সাধারণ সরঞ্জাম ছাড়া 'মাস-স্পেকট্রোমিটার' নামক একপ্রকার বিশেষ যন্ত্র ব্যবহার করা হয়। বর্তমানে ইউরেনিয়াম-সীসা, থোরিয়াম-সীসা, পটাসিয়াম-আর্গন ও রুবিডিয়াম-স্ট্রনশিয়াম এই চারিটি আইসোটোপ যুগলের অনুপাতকেই বয়স নির্ণয়ের জন্য সর্বাধিক ব্যবহার করা হইতেছে। প্রদত্ত তেজস্ক্রিয় মণিকটি যদি কোন আগ্নেয়শিলার দেহভুক্ত হয় তবে ঐ শিলার বয়স সরাসরি পাওয়া যায়। আবার ঐ আগ্নেয় শিলাদেহ যদি কোন পাললিক স্তরের মধ্যে উদ্‌বেধী (intrusive) হয় তবে ঐ পাললিক স্তরের বয়স সম্বন্ধে একটি স্থূল ধারণা পাওয়া সম্ভব। প্রদত্ত তেজস্ক্রিয় মণিক যদি কোন রূপান্তরিত এবং পুনঃকেলাসিত শিলার অন্তর্ভুক্ত হয় তবে উহার আইসোটোপ অনুপাত হইতে রূপান্তরের বয়স জানা যায়।

অনেক সময় পাললিক স্তরের অন্তর্ভুক্ত অনুজাত মণিকের (authigenic mineral) বিশ্লেষণ করিয়া উহার বয়স সরাসরি নির্ণয় করা হয়। সকল পদ্ধতির মধ্যে আইসোটোপ-অনুপাত পদ্ধতিই শিলা-মণিকের বয়স নির্ণয়ের আধুনিকতম এবং সর্বাধিক প্রচলিত প্রণালী। কিন্তু বহিঃপ্রভাবের কারণে বা অন্য যে কোন কারণে একই মণিকের নমুনা হইতে দুই ভিন্ন আইসোটোপ-যুগলের অনুপাত সর্বদা এক বয়স নির্দেশ করে না। ফলের মধ্যে যথেষ্ট বৈষম্য দেখা যায়। তাই আইসোটোপ-অনুপাত পদ্ধতিকে এখনও আশানুরূপ নির্ভুল বলা যায় না। পরিশেষে বলা যাইতে পারে যে ভূপৃষ্ঠের প্রাচীনতম শিলার তেজষ্ক্রিয়তা লব্ধ বয়স ৩৬০ কোটি বৎসরেরও অধিক। বৈজ্ঞানিকদের অনুমান পৃথিবীর বয়স ৪৫০ কোটি বৎসরের কম নহে।

1·7 ভূপৃষ্ঠে স্তরক্রমের পারম্পর্য (stratigraphic correlation)

কোন একটি স্তরকে ইহার পার্শ্বিক বিস্তৃতি বরাবর স্থান হইতে স্থানান্তরে অনুসরণ করিলে দেখা যায় যে মধ্যে মধ্যে ইহা বিচ্ছিন্ন হইয়া পড়িয়াছে। নানা কারণে খণ্ডিত এই স্তরাংশগুলি অসংলগ্ন হইলেও মূলত তাহারা একই স্তরভুক্ত। এই ঐক্য প্রমাণ করার নামই পারম্পর্য (correlation) প্রতিষ্ঠা করা। আলোচ্য স্তরটি একটি কালস্তরীয়, শিলাস্তরীয় বা জীবস্তরীয় একক হইতে পারে। সকল প্রকার স্তরের ক্ষেত্রেই পারম্পর্য নির্ণয় করা যাইতে পারে। তবে বিশেষ উল্লেখ না থাকিলে স্তরীয় পারম্পর্য বলিতে কালস্তরীয় পারম্পর্য বুঝায়। নির্দিষ্ট কালে ভূপৃষ্ঠের বিভিন্ন অংশে যে স্তরসকল গঠিত হইয়াছে সেগুলি সব সমান প্রাচীন এবং একই কালস্তরভুক্ত। এই জাতীয় পারস্পরিক সম্পর্ক স্থাপনই কালস্তরীয় পারম্পর্য। একথা মনে রাখা প্রয়োজন যে, একই কালস্তরভুক্ত স্তরদেহগুলি অতীতে একসময় নিশ্চিত সংযুক্ত ছিল বলিয়া মনে করার কোন কারণ নাই। বয়সের সাম্যই তাহাদের যোগসূত্র এবং ইহাই কালস্তরীয় পারম্পর্যের ভিত্তি। শিলাস্তরীয় বা জীবস্তরীয় পারম্পর্যের ক্ষেত্রে অবশ্য দৈহিক সাদৃশ্য (শৈল বা জৈবিক) একান্তই প্রয়োজনীয়। একটি স্তরক্রমের মধ্যে কোন একটি স্তরের পারম্পর্য প্রতিষ্ঠিত হইলে, সম্পূর্ণ স্তরক্রমটির পারম্পর্য নির্ণয় করা অপেক্ষাকৃত সহজ হয়। বিভিন্ন স্তরক্রমের মধ্যে পারম্পর্য নির্ণয় করা স্তরবিদ্যার অন্যতম লক্ষ্য। স্তরীয় পারম্পর্য নির্ণয় করিবার জন্য কতকগুলি বিশেষ পদ্ধতি আছে। নিম্নে প্রধান প্রধান পদ্ধতিগুলি সংক্ষেপে বর্ণিত হইল এবং উহাদের 'ক' ও 'খ' দুইটি শ্রেণীতে বিভক্ত করা হইল।

'ক' শ্রেণী—এই শ্রেণীতে যে পদ্ধতিগুলির উল্লেখ করা হইতেছে সেগুলি

সাধারণত প্রাক্‌কেম্ব্রিয়ান শিলা, আগ্নেয় শিলা বা অন্যান্য জীবাশ্মহীন স্তরের বেলায় প্রয়োগ করা হয়। অবশ্য প্রয়োজন হইলে জীবাশ্মময় স্তরেও উহাদের প্রয়োগ করা চলে।

(১) **পার্শ্বিক বিস্তৃতি** (lateral extension)—কোন একটি স্তরকে যদি উহার আয়াম (strike) অভিমুখে অনুসরণ করা যায় তবে উহার দীর্ঘ বিস্তৃতি লক্ষিত হইবে। দাক্ষিণাত্যের ট্র্যাপশিলার মধ্যে কোন কোন লাভাস্তরকে এইভাবে ৬০ মাইল পর্যন্ত একটানা অনুসরণ করা সম্ভব হইয়াছে। কোন একটি স্তরের বিভিন্ন অংশের মধ্যে এইভাবে দৈহিক সংযোগের দ্বারা পারম্পর্য প্রদর্শন করা সর্বাধিক সুনিশ্চিত পদ্ধতি।

(২) **স্তরের পর্যায়ক্রমের সূত্র** (law of superposition)—এই সূত্রটি পূর্বে আলোচিত হইয়াছে। ইহার প্রয়োগ করিয়া কোন স্তরক্রমের মধ্যে যে কোন একটি স্তরের ক্রমিক অবস্থান নির্ণয় করা সম্ভব। স্তরক্রমের মধ্যে কোন স্তরের ক্রমিক অবস্থান নির্দিষ্ট থাকিলে, পার্শ্বিক বিস্তৃতির কারণে ইহার শৈল বা জৈব রূপের পরিবর্তন হইলেও (lateral facies change) পার্শ্ববর্তী অঞ্চলের স্তরক্রমের মধ্যে ইহাকে সনাক্ত করা ও ইহার পারম্পর্য নির্ণয় করা সম্ভব হয়।

(৩) **শিলালক্ষণ** (lithology)—সময় সময় একটি স্তরের শিলালক্ষণ বা শৈল উপাদান এত বৈশিষ্ট্যপূর্ণ হয় যে ভূপৃষ্ঠের বৃহৎ বৃহৎ অঞ্চলে কেবলমাত্র এই উপাদানগত প্রকৃতির দ্বারা ঐ স্তরকে সনাক্ত করা যায়। যেমন, ভারতীয় আর্কিয়ান গোষ্ঠীর মধ্যে ব্যাণ্ডেড-হেমাটাইট-জ্যাস্পার স্তরটির উপাদানগত বৈশিষ্ট্য এত মৌলিক এবং আকর্ষণীয় যে ভারতীয় উপদ্বীপের বিভিন্ন অংশে ঐ স্তরটির পারম্পর্য সহজেই প্রতিষ্ঠা করা হইয়াছে।

(৪) **অসংগতি** (unconformity)—একটি স্তরক্রমের মধ্যে কোন অসংগতি থাকিলে উহার উপরস্থ এবং নিম্নস্থ স্তরদ্বয়কে সনাক্ত করা অপেক্ষাকৃত সহজ হয়। পার্শ্বিক পরিবর্তনের জন্য কিছুদূরে স্তরটির রূপভেদ হইলেও উহা অসংগতির সহিত সম্পর্কের ভিত্তিতে সহজেই পরিচিত হইয়া পড়ে। তবে অনেক ক্ষেত্রে অসংগতি ধীরে ধীরে অস্পষ্ট হইয়া শেষ পর্যন্ত বিলুপ্তও হইতে পারে। উদাহরণস্বরূপ বলা যায় রাণীগঞ্জ কয়লাখনি অঞ্চলে পাঞ্চেৎ এবং রাণীগঞ্জ সংঘ দুইটির মধ্যে একটি সুস্পষ্ট অসংগতি দেখা যায়, কিন্তু কিছুদূরে পশ্চিমে উত্তর করণপুরা কয়লাখনি অঞ্চলে এই অসংগতি বিলুপ্ত হইয়া গিয়াছে। সুতরাং এই পদ্ধতি প্রয়োগের কালে সতর্কতা প্রয়োজন।

(৫) **বিপর্যয়ের সহিত সম্পর্ক** (relation to diastrophism)—কোন বিপর্যয় বা ভূসংকোচের দ্বারা যদি একটি স্তর প্রভাবিত হইয়া থাকে এবং উহার সংলগ্ন স্তর যদি অপেক্ষাকৃত নবীন বলিয়া ঐ প্রভাব হইতে মুক্ত

হয়, তাহা হইলে উভয়কে পৃথক্ করিবার জন্য বিপর্যয় সাহায্য করে। ভারতীয় উপদ্বীপে বিপর্যয়ের প্রভাবমুক্ত বিন্ধ্যগোষ্ঠীকে এই পদ্ধতির প্রয়োগ করিয়া অনেক সময় প্রাচীনতর বিপর্যস্ত স্তর (যেমন আর্কিয়ান শিলাদল) হইতে পৃথক্ করা হয় এবং পারম্পর্য নির্ধারণের ক্ষেত্রে ইহা সাহায্য করে।

(৬) রূপান্তরের মাত্রা (grade of metamorphism)—যদি অতিমাত্রায় রূপান্তরিত স্তরের সংলগ্ন একটি অল্প-রূপান্তরিত বা অরূপান্তরিত স্তর থাকে তবে সাধারণভাবে বলা যায় যে প্রথমোক্তটি অপেক্ষাকৃত প্রাচীন। যেমন, দামোদর উপত্যকায় রূপান্তরিত আর্কিয়ান স্তরের উপর অরূপান্তরিত গণ্ডোয়ানা স্তর বহুসময় চোখে পড়ে। শিলার রূপান্তর এইভাবে উহার প্রাচীনতা নির্ধারণে সাহায্য করিয়া পারম্পর্য নির্ণয়ের ক্ষেত্রে অনেক সময় গুরুত্ব লাভ করিয়াছে। রূপান্তরের মাত্রাকে ভিত্তি করিয়া আর্কিয়ান শিলাস্তরে এল, এল, ফারমোর যে চার্ণকাইট প্রদেশ এবং অ-চার্ণকাইট প্রদেশ নির্ধারণ করিয়াছিলেন, ভারতীয় আর্কিয়ান শিলাস্তরের পারম্পর্যে তাহা একটি উল্লেখযোগ্য অবদান।

(৭) তেজস্ক্রিয়ামিতিক বয়স (radiometric age)—যে সকল শিলাস্তরের মধ্যে তেজস্ক্রিয় মণিক আছে তাহাদের প্রকৃত বয়সকাল আধুনিক পদার্থবিদ্যার সাহায্যে নির্ণয় করা সম্ভব হইয়াছে। তেজস্ক্রিয় মৌলের ধর্ম এই যে তাহারা অবিরাম তেজস্ক্রিয় বিশ্লেষণের ফলে ভিন্ন মৌলে পরিণত হইতেছে এবং, এই পরিবর্তনের হার নির্দিষ্ট। ইউরেনিয়াম বা থোরিয়াম তেজস্ক্রিয় মৌল, ইহাদের তেজস্ক্রিয় বিশ্লেষণের ফলে সীসা আইসোটোপ উৎপন্ন হয়। এই বিশ্লেষণের হার প্রত্যেক মৌলের জন্য স্বতন্ত্র এবং নির্দিষ্ট। এখন মাস-স্পেকট্রোমিটার নামক যন্ত্রের দ্বারা যদি কোন তেজস্ক্রিয় মণিকের মূল মৌল ও লব্ধ মৌল এই দুই আইসোটোপের অনুপাত পরিমাপ করা যায় তবে, ঐ মণিকের জননকাল পাওয়া যাইবে। এই নীতির সাহায্যে হোম্‌স ও সহকর্মিগণ ভারতের প্রাক্‌কেম্ব্রিয়ান স্তরে পারম্পর্যের কঠিন সমস্যাটি অনেকাংশে সরল করিয়াছেন। এই প্রচেষ্টার মুখ্য অবদান হইল যে ভারতের প্রাক্‌কেম্ব্রিয়ান শিলাস্তরগুলিকে কতকগুলি বয়ঃক্রমিক **গিরিজনি চক্রে** (orogenic cycles) বিভক্ত করা হইয়াছে—যেমন, ধারওয়ার চক্র, পূর্বঘাট চক্র ইত্যাদি। এই কাঠামোর ভিত্তিতে ভারতের প্রাক্‌কেম্ব্রিয়ান স্তরগুলির পারম্পর্য নিরূপণ অপেক্ষাকৃত সহজ হইয়াছে।

'খ'-শ্রেণী :—এই শ্রেণীতে যে পদ্ধতিগুলি বর্ণিত হইল সেগুলি কেবল জীবাশ্মময় স্তরের ক্ষেত্রেই প্রযোজ্য।

(১) সূচক-জীবাশ্ম (index fossil)—সূচক-জীবাশ্ম বলিতে এরূপ একটি জীবাশ্ম বুঝায় যাহা ভূতত্ত্বীয় অতীতের একটি স্বল্প কালব্যবধানকে সূচিত করে, এবং যাহা বহু দেশে ঐ কালভুক্ত স্তরের মধ্যেই সীমাবদ্ধ। ঐ জীবাশ্ম

দৈহিক উপস্থিতির দ্বারা ঐ স্তরটির সনাক্তকরণে এবং পারম্পর্য নির্ণয়ে সাহায্য করে। যেমন, রেডলিকিয়া (একটি ট্রাইলোবাইট জীবাশ্ম) ভারতবর্ষ, চীন, অস্ট্রেলিয়া ইত্যাদি স্থান ব্যাপিয়া বিরাট একটি অঞ্চলের মধ্যে কেম্ব্রিয়ান স্তরে সীমাবদ্ধ বলিয়া ইহাকে সূচক-জীবাশ্ম রূপে গণ্য করা হয়। জীবাশ্মের তালিকায় অতি অল্প সংখ্যককেই সূচক-জীবাশ্ম আখ্যা দেওয়া চলে। কারণ, আদর্শ সূচক-জীবাশ্মের কয়েকটি বিশেষ বৈশিষ্ট্য থাকা প্রয়োজন :—(ক) ইহার উল্লম্ব পরিসর (vertical range) অর্থাৎ ভূতত্ত্বীয় বয়স অতি সংক্ষিপ্ত হওয়া প্রয়োজন। যে-সকল প্রাণী দীর্ঘকাল যাবৎ পৃথিবীতে জীবিত ছিল তাহাদের দেহাবশেষ সূচক-জীবাশ্ম হইতে পারে না। এই বিচারে গ্র্যাপটোলাইট ও অ্যামোনাইটের গণগুলি আদর্শ সূচক-জীবাশ্ম হইতে পারে। (খ) ইহার অনুভূমিক পরিসর অর্থাৎ ভৌগোলিক বিস্তৃতি অতি দীর্ঘ হওয়া প্রয়োজন। ফোরামিনিফেরা, গ্র্যাপটোলাইট এবং অ্যামোনাইট জীবগোষ্ঠীগুলি জলের মাধ্যমে অতি দ্রুত পৃথিবীব্যাপী ছড়াইয়া পড়িয়াছিল, তাই ইহাদের অন্তর্ভুক্ত অধিকাংশ গণগুলিই আদর্শ সূচক-জীবাশ্ম। (গ) ইহার সংখ্যা প্রচুর হওয়া আবশ্যক। (ঘ) ইহার অঙ্গসংস্থানের (morphology) এমন বৈশিষ্ট্য থাকা প্রয়োজন যাহাতে ইহা সহজেই পরিচিত হইতে পারে। ফোরামিনিফেরা, অ্যামোনাইট ইত্যাদি জীবগোষ্ঠী জটিল অঙ্গসংস্থান হেতু অনেক বৈশিষ্ট্যের অধিকারী, এইজন্য ইহারা আদর্শ সূচক-জীবাশ্ম হইতে পারে। (ঙ) ইহাকে প্রতিবেশ-নিরপেক্ষ হইতে হইবে। সাঁতারু (nekton) এবং ভাসমান (plankton) জীবগোষ্ঠীর দেহাবশেষ বিভিন্ন প্রতিবেশে (environment) পাওয়া যায় —এজন্য তাহাদের সূচক-জীবাশ্ম হইবার সম্ভাবনা উজ্জ্বল। সিবালিক যুগের স্তন্যপায়ী জীবাশ্ম আদর্শ সূচক-জীবাশ্ম হইতে পারে নাই কারণ ঐ সকল জীবেরা প্রতিবেশের উপর খুব নির্ভর ছিল। এই সকল বৈশিষ্ট্যের অধিকারী বলিয়া সূচক-জীবাশ্ম বিশেষ বিশেষ স্তরের পারম্পর্যে খুব সহায়ক। জীবাশ্মের সাহায্যে পারম্পর্য নির্ণয়ের যে সকল পদ্ধতি আছে তাহাদের মধ্যে সূচক-জীবাশ্ম-পদ্ধতিটিই সর্বাপেক্ষা সুনিশ্চিত। ভারতীয় স্তরে **সিরিঙ্গোথাইরিস কাসপিডাটা** (নিম্ন কার্বনিফেরাস), **হান্টকেনিনা** (ঊর্ধ্ব ইয়োসিন), **পেলাটিস্পাইরা** (ঊর্ধ্ব ইয়োসিন), **পেন্টামেরাস ওব্লংগাস** (নিম্ন-মধ্য সিলুরিয়ান) ইত্যাদির নাম সূচক-জীবাশ্মরূপে উল্লেখযোগ্য।

সূচক-জীবাশ্ম প্রসঙ্গে আরও কয়েকটি বিষয়ের কিছু পরিচয় প্রয়োজন। আঞ্চলিক জীবাশ্মও (zone fossil) অনেক সময় পারম্পর্য নির্ণয়ে সাহায্য করে। যেমন, সিবালিক স্তন্যপায়ীরা ভারতে সিবালিক স্তরের পারম্পর্য নির্ণয়ে ও শ্রেণীবিভাগে খুবই সাহায্য করিয়াছে। কিন্তু ইহাদের ভৌগোলিক বিস্তৃতি খুবই সীমিত বলিয়া সাধারণত ইহারা সূচক-জীবাশ্মের মর্যাদা লাভ

করে না। আবার প্রদর্শক-জীবাশ্ম বলিয়া (guide fossils) সাধারণভাবে একধরণের জীবাশ্মের উল্লেখ করা হয়। অষ্টাদশ শতাব্দীর শেষে উইলিয়ম স্মিথ আবিষ্কার করেন জীবাশ্মবাহী একটি স্তরে সাধারণত এমন কতকগুলি জীবাশ্ম থাকে যাহাদের উপস্থিতির দ্বারা ঐ স্তরটিকে উপরস্থ ও নিম্নস্থ স্তর হইতে পৃথক্ করা যায়। সাধারণভাবে এগুলিকে প্রদর্শক-জীবাশ্ম আখ্যা দেওয়া হয়।

(২) বিবর্তনের সোপান (evolutionary stage)—কতকগুলি জীবাশ্ম দেখা যায় যাহাদের অঙ্গ-প্রত্যঙ্গের বিবর্তন কালের গতির সহিত ধাপে ধাপে অগ্রসর হইয়াছিল। বিবর্তনের এক-একটি ধাপ বা সোপান ভূতত্ত্বীয় অতীতের এক-একটি নির্দিষ্ট সময়ে ঘটিয়াছিল। সুতরাং বিবর্তনের সোপানগুলি কাল-নির্দেশক। কোন স্তরের মধ্যে সংগৃহীত এই ধরণের জীবাশ্মের অঙ্গ-সংস্থান বিচার করিয়া উহা বিবর্তনের কোন সোপান নির্দেশ করিতেছে তাহা স্থির করিতে পারিলে ঐ স্তরটির প্রাচীনতা ও পারম্পর্য নির্ধারণ করা সম্ভব হয়। **গ্লোবোট্রাংকেনা, গ্লোবিজেরিণা, গ্লোবোরোটালিয়া**—ফোরামিনিফেরাভুক্ত এই গণগুলির সাহায্যে এই পদ্ধতিতে নব ক্রীটেশাস ও পুরা প্যালিওজিন যুগের স্তরগুলির পারম্পর্য নির্ধারণ করা যায়।

(৩) অঙ্গ-সংস্থানের সাদৃশ্য (homeomorphism or morphological resemblance)—দেখা যায় ভূতত্ত্বীয় অতীতের বিশেষ বিশেষ কালে পরস্পর বিচ্ছিন্ন এবং দূরবর্তী ভিন্ন ভিন্ন অববাহিকায় অবক্ষিপ্ত সমকালীন স্তরের মধ্যে সদৃশ অঙ্গ-সংস্থান-সম্পন্ন জীবাশ্ম রহিয়াছে। প্রকৃতপক্ষে এই সদৃশ-অঙ্গ জীবগুলি বাহ্যত একই জাতীয় মনে হইলেও উহারা ভিন্ন ভিন্ন বংশোদ্ভব এবং ভিন্ন গণ (genus) ও জাতির (species) অন্তর্ভুক্ত। কিন্তু প্রতিবেশের প্রভাবে ইহারা বিশেষ বিশেষ কালে এইরূপ দেহসাদৃশ্য লাভ করে। উদাহরণস্বরূপ **গোনিয়াটাইটিস** নামক সেফালোপোডের উল্লেখ করা যায়; পৃথিবীর বিভিন্ন স্থানের নব ডেভোনিয়ান কালের স্তর হইতে এই জীবাশ্মটি সংগৃহীত হইয়াছে এবং ঐ স্তরগুলির পারম্পর্যে যথেষ্ট সহায়তা করিয়াছে।

(৪) দীর্ঘ মেয়াদী প্রাণীর (long ranging forms) জীবাশ্ম—এমন অনেক স্তর আছে যাহাদের মধ্যে সূচক-জীবাশ্ম ইত্যাদি উল্লিখিত কোন প্রকার জৈবিক বৈশিষ্ট্যই খুঁজিয়া পাওয়া যায় না, তথাপি এইরূপ স্তরে একাধিক দীর্ঘ মেয়াদী প্রাণীর জীবাশ্ম থাকিতে পারে। পৃথক্‌ভাবে বিচার করিলে এই জীবাশ্মগুলির কোনটিই হয়ত উক্ত স্তরের প্রাচীনতার উপর আলোক-সম্পাত করিতে সক্ষম হইবে না কিন্তু সামগ্রিকভাবে ঐ জীবাশ্ম-গোষ্ঠী একটি অপেক্ষাকৃত স্বল্প কাল-পরিসর নির্দেশ করিতে পারে। অন্ততঃপক্ষে, স্তরটির প্রাচীনতা সম্পর্কে একটি স্থূল ধারণা পাওয়া সম্ভব হয়।

1·8 স্তরবিদ্যা ও প্রত্নজীববিদ্যা (stratigraphy and palaeontology)

পূর্বেই বলা হইয়াছে প্রত্নজীববিদ্যা বা জীবাশ্ম-বিজ্ঞান স্তরবিদ্যার একটি ভিত্তিস্তম্ভস্বরূপ। তাহার কারণ, স্তরের প্রাচীনতা ও পারম্পর্য নির্ধারণে এবং অতীতের ভৌগোলিক প্রতিবেশ পুনর্গঠনে জীবাশ্মের ব্যবহার অতিশয় গুরুত্ব লাভ করিয়াছে। সুতরাং, স্তরবিদ্যার আলোচনাকালে জীবাশ্ম-বিজ্ঞানের কয়েকটি কথা উল্লেখ করা দরকার।

জীবাশ্ম বলিতে বুঝায় অতীত প্রাণী বা উদ্ভিদের দেহাবশেষ বা দেহচিহ্ন। এই অবশেষ বা চিহ্ন অবশ্য শিলীভূত (petrified) হইতে হইবে। সদ্যমৃত পশুর হাড়গোড় এই কারণে জীবাশ্মশ্রেণীভুক্ত হইতে পারে না। সাধারণত জীবদেহের প্রতিটি জৈবিক কণা অজৈবিক মণিকবস্তুর দ্বারা প্রতিস্থাপিত হইয়া যে রূপান্তর লাভ করে তাহাই জীবাশ্ম। অবশ্য ইহার ব্যতিক্রমও আছে।

স্তরবিদ্যায় জীবাশ্মের ব্যবহার—(১) স্তরের প্রাচীনতা নির্ধারণে জীবাশ্মের প্রয়োগ ইহার সর্বাধিক গুরুত্বপূর্ণ ব্যবহার। অবশ্য জীবাশ্মহীন স্তরে এই প্রয়োগ অচল। (২) জীবাশ্মবাহী কোন স্তর কিরূপ প্রতিবেশে অবক্ষিপ্ত হইয়াছিল সে তথ্য জীবাশ্মের পর্যালোচনা হইতে পাওয়া যায়। (৩) দুই বা ততোধিক স্তরের মধ্যে পারম্পর্য প্রতিষ্ঠা করিতে জীবাশ্মের ব্যবহার অতি বহুল। (৪) ভূতত্ত্বীয় অতীতের কোন বিশেষ কালে কোন স্থানের ভৌগোলিক পুনর্গঠনে জীবাশ্মের ভূমিকা অপরিসীম। যেমন, মহীসঞ্চরণের প্রকল্পটি জীবাশ্মের দ্বারা সমর্থিত হইয়া যথেষ্ট সুদৃঢ় হইয়াছে। (৫) পেট্রোলিয়াম, কয়লা ইত্যাদি খনিজ সম্পদের অনুসন্ধানকালে বিশেষ বিশেষ জীবাশ্ম (যেমন, ফোরামিনিফেরা, ফুলের রেণু) খুব ব্যবহারে লাগে। কারণ, বিশেষ বিশেষ জীবাশ্মবাহী স্তরের সহিত ঐ সকল পদার্থ সংশ্লিষ্ট থাকে।

স্তরবিদ্যার ক্ষেত্রে এই সকল ব্যবহার ব্যতীত, জীববিদ্যায় জীবাশ্মের অনেক ব্যবহার আছে যেমন, (ক) জীবগোষ্ঠীর শ্রেণীবদ্ধবিদ্যায় (systematics) (খ) জীবজগতে বিবর্তনের তথ্য সংগ্রহে (গ) বিভিন্ন জীবগোষ্ঠীর দেশান্তর গমন (migration) ব্যাপারে আলোক-সম্পাতে, ইত্যাদি।

প্রতিবেশ-সংস্থান (ecology)—জীব ও তাহার প্রতিবেশের মধ্যে যে নিবিড় পারস্পরিক সম্পর্ক রহিয়াছে তাহার সবিশেষ আলোচনাকে বলা হয় প্রতিবেশ-সংস্থান বা ইকলজি। ভূতত্ত্বীয় অতীতে যে সকল জীব বাস করিত প্রতিবেশের সহিত তাহাদের সম্পর্ক কিরূপ ছিল সেই আলোচনাকে বলা যাইতে পারে পুরাপ্রতিবেশ-সংস্থান (palaeo-ecology)। কোন স্তর হইতে যে জীবাশ্ম পাওয়া যায় তাহাদের প্রতিবেশ-সংস্থান কিরূপ ছিল এই জ্ঞান হইতে আমরা স্তরটি কি ধরণের ভৌগোলিক প্রতিবেশে অবক্ষিপ্ত হইয়াছিল,

তখনকার আবহাওয়া কিরূপ ছিল ইত্যাদি তথ্য সংগ্রহ করিতে পারি। ভূপৃষ্ঠে জীবজগতের সংস্থানে প্রতিবেশের প্রভাব অপরিসীম। কোন একটি স্তরকে কিছুদূর অনুসরণ করিলে উহার জৈবিক রূপের (bio-facies) পরিবর্তন ঘটিতে পারে। ঐ পরিবর্তন ব্যাখ্যা করিবার জন্য প্রতিবেশের প্রভাব সম্বন্ধে সম্যক জ্ঞান অত্যাবশ্যক। নতুবা স্তরীয় পারম্পর্য নির্ণয় করা কঠিন।

জৈবিক রূপ (biological facies)—অবক্ষেপণের কালে কোন একটি পললস্তরকে যদি সমুদ্রতীর হইতে ক্রমাগত গভীরতর সমুদ্রে অনুসরণ করা যায়, তাহা হইলে দেখা যাইবে যে, উহার বিভিন্ন অংশে বিভিন্ন জৈবিক সম্প্রদায় (biologic community) বাস করিতেছে। স্তরটির তীরবর্তী অংশে শামুক, গভীরতর অংশে প্রবাল এবং আরও গভীর অংশে ব্র্যাকিও-পোডাদিগের প্রাধান্য দেখা যাইতে পারে; আবার ঐ বিশেষ স্তরটি যদি সমুদ্রতীর হইতে উপকূলের অভ্যন্তরে নদীর উপত্যকা বরাবর বিস্তৃত হয় তবে সেই অংশে ভূমিচর মেরুদণ্ডী ও উদ্ভিদের প্রাধান্য দেখা যাইবে। এই উদাহরণ হইতে বুঝা যায় কেন প্রকৃতিতে সময় সময় একই স্তরকে কিছুদূর অনুসরণ করিলে উহাতে জীবাশ্মের পরিবর্তন হয়। পার্শ্বিক মাত্রায় কোন স্তরের জৈবিক প্রকৃতির এই ধরণের পরিবর্তনকে উহার জৈবিক রূপের পরিবর্তন বলা যাইতে পারে (biological facies change)। জৈবিক রূপ কথাটির (bio-facies) অর্থ হইল স্তরের জৈবিক প্রকৃতি-পরিচয়। অন্তর্ভুক্ত জীবগোষ্ঠী এবং জৈবিক প্রকৃতির সমন্বয়ে স্তরের যে সামগ্রিক জৈবিক পরিচয় ব্যক্ত হয় তাহাকে জৈবিক রূপ বলা যায়। স্পষ্টতঃই স্তরের বিভিন্ন অংশে রূপের সম্ভাব্য পরিবর্তন ঘটিতে পারে কারণ রূপ প্রতিবেশের উপর নির্ভরশীল।

জীবমণ্ডল (biosphere)—ভূগোলকের পৃষ্ঠদেশ একটি পাতলা শিলা-স্তরণে আবৃত, এই আবরণকে শিলামণ্ডল বলা হয় (lithosphere)। অনুরূপভাবেই জলমণ্ডল (hydrosphere) এবং বায়ুমণ্ডলের (atmosphere) কল্পনা করা হইয়াছে। জীবমণ্ডল বলিতে বুঝায় ভূপৃষ্ঠের উপরিতলে ভূমির, জলের ও বায়ুর যে অংশ প্রাণী ও উদ্ভিদ দ্বারা অধ্যুষিত সেই অংশ। জীবমণ্ডল ভূপৃষ্ঠকে পরিবেষ্টিত করিয়া আছে, তাই ইহা গোলকাকৃতি। আবার ইহা জলমণ্ডল ও বায়ুমণ্ডলের মধ্যে বিস্তৃত। যেখানে উচ্চ পর্বতমালা রহিয়াছে সেখানে জীবমণ্ডলের গভীরতা অপেক্ষাকৃত কম কিন্তু যেখানে গভীর সমুদ্র সেখানে এই গভীরতা অপেক্ষাকৃত বেশী। খেচর জীব ও ভূচর জীবের দেহাবশেষ মৃত্যুর পর অধিকাংশই বিনষ্ট হয়। এই কারণে অধিকাংশ জীবাশ্মই জলচর প্রাণীর। প্রকৃতপক্ষে জলচর, বিশেষত সামুদ্রিক, প্রাণীর জীবাশ্মই সংখ্যার দিক দিয়া এবং স্তরতত্ত্বীয় মূল্যের দিক দিয়া অপেক্ষাকৃত গুরুত্বপূর্ণ।

সমুদ্রস্থ জীবজগৎকে স্থূলভাবে দুই অংশে বিভক্ত করা যায় :—(ক) সমুদ্রতল বরাবর বিস্তৃত একটি অগভীর অঞ্চল, ইহাকে বলা হয় পেলাজিক অঞ্চল (pelagic realm)। এই অঞ্চলে সাঁতারু অথবা ভাসমান প্রাণীরা বাস করে (যেমন ফোরামিনিফার, জেলিমাছ ইত্যাদি)। (খ) সমুদ্রবক্ষ বরাবর বিস্তৃত একটি অগভীর অঞ্চল (benthonic realm)। এই অঞ্চলে ব্র্যাকিওপোড, প্রবাল ইত্যাদি সাঁতারে অনভিজ্ঞ প্রাণী মেঝেতে বাস করে, সাধারণত ইহারা মোটেই বেশীদূর ভ্রমণ করিতে পারে না। এইরূপ জীবগোষ্ঠীকে বেন্‌থস্ (benthos) বলা হয়। কোন স্তরের মধ্যে প্রাপ্ত জীবাশ্মের গুরুত্ব বিচার করিতে গেলে উহা পেলাজিক বা বেন্‌থনিক কোন্ শ্রেণীভুক্ত তাহা প্রথমেই নির্ধারণ করিয়া ফেলা আবশ্যক।

জাতি (species)—জীবজগৎকে বৈজ্ঞানিকগণ আলোচনার সুবিধার নিমিত্ত বিভক্ত ও উপবিভক্ত করিয়াছেন। জীবজগতের ক্ষুদ্রতম বিভাগের নাম জাতি। **টাইটানোসরাস ইন্‌ডিকাস, রেডলিকিয়া নোয়েটলিঙি** ইহারা জাতির উদাহরণ। উপজাতি (variety) বা ব্যক্তি (individual) অবশ্য জাতি অপেক্ষা ক্ষুদ্রতর একক কিন্তু প্রমাণ জৈবিক একক রূপে জাতিকেই গণ্য করা হয়। একাধিক জাতির সমন্বয়ে গঠিত হয় গণ (genus)। স্তরবিদ্যায় অনেক সময় গণকেও জৈবিক একক ধরিয়া আলোচনা করা হয়। জাতি শব্দটিকে বিভিন্ন সময় বিভিন্ন উদ্দেশ্যে বিভিন্ন প্রকার সংজ্ঞা দেওয়া হইয়াছে। তবে জীবাশ্ম-বিজ্ঞান বা স্তরবিদ্যার প্রসঙ্গে জাতি বলিতে বুঝায় (palaeontologic species) এমন কতকগুলি জীবাশ্ম যাহাদের অঙ্গ-সংস্থানের মধ্যে সবিশেষ সাদৃশ্য রহিয়াছে। কেবলমাত্র দৈহিক সাম্যের ভিত্তিতেই জীবাশ্ম-বিজ্ঞানে জাতি নির্ধারণ করা হয়। যে কোন জাতিকে দ্বিপদ (binomial) নাম দ্বারা সূচিত করা নিয়ম ; দ্বিতীয় পদটি জাতির নিজস্ব নাম এবং প্রথম পদটি জাতি যে গণভুক্ত, সেই গণের নাম নির্দেশ করে। সাধারণত এক জাতীয় এবং একই বংশোদ্ভব কয়েকটি জাতিকে একত্র করিয়া একটি গণ নির্ধারণ করা হয়। জীবজগতের শ্রেণীবিভাগগুলি বিশেষত গণ ও জাতি স্তরবিদ্যার অনুশীলনে যথেষ্ট গুরুত্বপূর্ণ ; কারণ, কোন একটি বিশেষ জাতি বা গণ হঠাৎ কোন স্তর হইতে কেন বিলুপ্ত হইল তাহার বহুবিধ কারণ আছে, সেগুলির সম্যক উপলব্ধি দরকার।

1·9 স্তরবিদ্যা ও পললক্ষেপণ (stratigraphy and sedimentation)

জীবাশ্ম-বিজ্ঞান যেমন স্তরবিদ্যার একটি পদস্বরূপ তেমনি আর একটি পদ হইল পললক্ষেপণ (sedimentation) বা পললবিদ্যা (sedimento-

logy) শাস্ত্রটি। পাললিক শিলাই স্তরবিদ্যার মূল উপাদান। সেজন্য পাললিক শিলার উৎপত্তি বা সৃজন পদ্ধতি এবং যে সকল প্রাকৃতিক প্রভাব ইহার গঠন ও বৈশিষ্ট্যকে নিয়ন্ত্রিত করে সে সম্বন্ধে কিছু আলোচনা এই প্রসঙ্গে আবশ্যক। পাললিক শিলার প্রকৃতি ও বৈশিষ্ট্য নিম্নলিখিত বিষয়গুলির উপর বহুলাংশে নির্ভরশীল—(ক) উৎসশিলার প্রকৃতি (খ) উৎসাঞ্চলের ভূপ্রকৃতি (গ) উৎসাঞ্চল ও অববাহিকার ভূগাঠনিক সংস্থান ও সক্রিয়তা (tectonic setting and intensity) (ঘ) পলল পরিবহণের ও অবক্ষেপণের মাধ্যম (নদী, বায়ু, সমুদ্র ইত্যাদি) এবং (ঙ) অববাহিকার ভৌগোলিক প্রতিবেশ। পাললিক শিলার প্রকৃতি ও বৈশিষ্ট্যের উপর এই সকল প্রভাব বুঝিবার জন্য পরবর্তী তিনটি অংশে পাললিক শিলার সৃজনপ্রণালী, পাললিক প্রতিবেশ ও ভূগাঠনিক সংস্থান এই কয়টি বিষয়ে আলোচনা করা হইল।

পাললিক রূপ (sedimentary facies) ঃ—আধুনিক স্তরবিদ্যার আলোচনায় পাললিক শিলার একটি বৈশিষ্ট্য বিশেষ গুরুত্ব লাভ করিয়াছে। ইহা হইল পাললিক রূপ (sedimentary facies)। 'facies' শব্দটির ধারণা প্রথম জন্মলাভ করে ইউরোপের জুরা পর্বতে স্তর-সমীক্ষারত বৈজ্ঞানিক গ্রেসলির মধ্যে। তিনি লক্ষ্য করেন একই শিলাস্তরকে ইহার পার্শ্বিক বিস্তৃতি বরাবর স্থান হইতে স্থানান্তরে অনুসরণ করিলে উহার শিলাপ্রকৃতি অল্পবিস্তর মাত্রায় পরিবর্তিত হইতেছে। প্রকৃতপক্ষে পৃথিবীর সকল স্থানেই পাললিক শিলাস্তরের মধ্যে পার্শ্বিক মাত্রায় এই প্রকৃতি পরিবর্তন একটি উল্লেখযোগ্য ব্যাপার। পার্শ্বিক মাত্রায় একই শিলাস্তরের এই যে রূপভেদ (lateral change of facies) ইহার অন্তর্নিহিত কারণ হইল প্রাকৃতিক প্রতিবেশের তারতম্য। উদাহরণস্বরূপ বলা যায় সমুদ্রতীরে উৎপন্ন হইতেছে এরূপ একটি উপলস্তর যতই গভীর সমুদ্রের দিকে বিস্তৃত হইবে উহার শিলাপ্রকৃতি ততই পরিবর্তিত হইবে, প্রথমে মোটা দানার বেলেপাথর, তারপর কর্দমাক্ত বেলেপাথর, তারপর কাদাপাথর বা সেল এইভাবে ; অথচ এই সকল রূপগুলির প্রত্যেকটি একই শিলাস্তরের পার্শ্বীয় অংশবিশেষ। বলা বাহুল্য, শিলারূপের (lithofacies) এই পরিবর্তনের সহিত জৈবিক রূপেরও (biofacies) পরিবর্তন ঘটিবে। উল্লেখযোগ্য যে, রূপ বা facies শব্দটি ইহার মূল অর্থকে অতিক্রম করিয়া এখন অনেক ব্যাপক অর্থে বিভিন্ন প্রসঙ্গে ব্যবহৃত হইতেছে যেমন, মণিক রূপ (mineral facies), রূপান্তরিত শিলারূপ (metamorphic facies), ভূগাঠনিক রূপ (tectonic facies), মহাদেশীয় স্তররূপ (continental facies)।

পাললিক শিলার কয়েকটি ধর্ম (some sedimentary properties) :—

(ক) **আকার** (size)—পাললিক শিলা সাধারণত অসংখ্য পৃথক্ দানার সমন্বয়ে গঠিত। এই দানাগুলির আকার (size) ও গড়ন (shape) শিলার দুইটি প্রধান ধর্ম। আকার সাধারণত দানার গড় ব্যাস দ্বারা সূচিত করা হয়। আকারের ক্রম অনুসারে পাললিক দানাকে কয়েকটি শ্রেণীতে বিভক্ত করা হয়—কাদা, পলি, মিহিবালি, মাঝারি বালি, মোটা বালি, উপল, নুড়ি, গণ্ডশিলা ইত্যাদি।

(খ) **গড়ন** (shape)—পাললিক শিলার বিশেষত কর্করীয় শিলার (detrital rocks) গঠনকারী দানাগুলির গড়ন অতি প্রয়োজনীয় বিষয়। গড়ন বলিতে এখানে দুটি ধর্মকে বুঝানো হইতেছে—গোলকত্ব (sphericity) এবং উৎকৌণিকতা (roundness)।

গোলকত্ব বলিতে একটি দানার গড়ন একটি আদর্শ গোলকের কতখানি নিকটবর্তী তাহা বুঝায়। প্রায় বল-আকৃতি একটি গার্নেটের দানার গোলকত্ব উচ্চ মানের, কিন্তু চ্যাপ্‌টা একটি অভ্রের টুকরার গোলকত্ব অতি অল্প (প্রায় শূন্য)। আঙ্কিকভাবে কোন একটি নির্দিষ্ট দানার গোলকত্বকে, ঐ দানার আয়তন এবং নিম্নতম ব্যাসের যে শূন্য গোলক দ্বারা উহাকে পরিবেষ্টিত করা যায় তাহার আয়তন, এই দুই রাশির অনুপাত দ্বারা প্রকাশ করা হয়। আদর্শ গোলকের গোলকত্ব ১, অন্যান্য দানার গোলকত্ব সর্বদাই ১ এর কম।

উৎকৌণিকতা বলিতে বুঝায় একটি দানার প্রান্তিক ও কৌণিক তীক্ষ্ণতা ঘর্ষণ ইত্যাদির প্রভাবে কতখানি হ্রাস পাইয়াছে তাহার পরিমাপ। যে দানার কোণ এবং প্রান্তগুলি যত ধারালো তাহার কৌণিকতা তত বেশী অর্থাৎ, উৎকৌণিকতা তদনুপাতে কম। অল্পবাহিত অথবা হিমবাহিত পাললিক দানার উৎকৌণিকতা খুবই কম। কিন্তু নদীবাহিত এবং দীর্ঘবাহিত অবক্ষেপের মধ্যে যে দানা পাওয়া যায় তাহাদের উৎকৌণিকতা অপেক্ষাকৃত বেশী।

পাললিক শিলার কয়েকটি গঠনবৈশিষ্ট্য :—পাললিক শিলার নিম্নবর্ণিত গাঠনিক বৈশিষ্ট্যগুলি স্তরবিদ্যার আলোচনায় বিশেষ প্রয়োজনীয়।

(ক) **অসংগতি** (unconformity)—দুইটি সংলগ্ন শিলাস্তরের মধ্যে যখন নতি (dip) ও আয়াম (strike) সংক্রান্ত বৈষম্য দেখা দেয় তখন উহাদের বিভেদতলকে অসংগতি বা ব্যুৎক্রম বলা হয়। অসংগতি বলিতে ঐ স্তরদ্বয়ের পারস্পরিক সম্পর্ককেও বুঝায়। যে কোন স্তরক্রমের মধ্যে অসংগতি অবক্ষেপণের ছেদ বা বিরতি নির্দেশ করে। ঐ বিরতির সময়মান

এবং অসংগতির উভয়পার্শ্বস্থ স্তরদ্বয়ের মধ্যে গাঠনিক বৈষম্যের উপর ভিত্তি করিয়া অসংগতিকে কয়েক শ্রেণীতে বিভক্ত করা হয়। প্রথমত, পূর্ণাংগ অসংগতি (non-conformity)। এক্ষেত্রে, অসংগতির উভয়পার্শ্বস্থ স্তরদ্বয়ের মধ্যে যে কেবল গাঠনিক বৈষম্যই থাকে তাহা নহে, উহাদের মধ্যে উৎপত্তিগত বৈসাদৃশ্যও সুস্পষ্ট। যেমন, রূপান্তরিত আর্কিয়ান স্তর ও *অরূপান্তরিত পুরাণা স্তরের মধ্যে এপার্কিয়ান অসংগতি নামে যে অসংগতিটি* দেখিতে পাওয়া যায়। দ্বিতীয়ত, কৌণিক অসংগতি (angular unconformity)। এক্ষেত্রে, অসংগতির উপরস্থ স্তরের নতিকোণ (angle of dip) এবং নিম্নস্থ স্তরের নতিকোণ পৃথক্ মানের হয়। এই কৌণিক বৈষম্যের জন্যই ইহাকে কৌণিক অসংগতি বলা হয়। যেমন, চিতোরে অধিক-নত নিম্ন বিন্ধ্যস্তরের উপর অল্প-নত ঊর্ধ্ব বিন্ধ্যস্তর দেখিতে পাওয়া যায়, উহাদের বিভেদতল এই ধরণের অসংগতি। তৃতীয়ত, উপ-অসংগতি (disconformity)। এক্ষেত্রে, অসংগত (unconformable) স্তরদ্বয়ের মধ্যে গাঠনিক বৈসাদৃশ্য বিশেষ বড় রকমের নহে। চতুর্থত, অনু-অসংগতি (paraconformity)। এক্ষেত্রে অসংগত স্তরদ্বয়ের মধ্যে দৃশ্যত কোন গাঠনিক বৈষম্য থাকে না ; তবে আনুষঙ্গিক কয়েকটি সাক্ষ্য-প্রমাণ হইতে উহাদের মধ্যে যে একটি অবক্ষেপণের সংক্ষিপ্ত ছেদ বা বিরতি রহিয়াছে তাহা ধরা যায়।

(খ) **স্তরচক্র** (cyclothem)—পৃথিবীর কোন কোন জায়গায় স্থানীয় স্তরক্রমকে পরীক্ষা করিলে দেখা যায় যে ইহার একাংশ (অর্থাৎ কয়েকটি স্তর) উল্লম্ব মাত্রায় পর্যায়ক্রমিক ভাবে বারংবার পুনরাবৃত্ত হইতেছে। ইহাকে স্তরচক্র বলা হয়। পুনরাবৃত্ত চক্রটি সাধারণত তিন-চারটি স্তর হইতে আট-দশটি পর্যন্ত স্তর দ্বারা গঠিত হইতে পারে। এবং এই স্তরগুলি সামুদ্রিক রূপের অথবা মহাদেশীয় রূপের অথবা উভয়ের সংমিশ্রণ হইতে পারে। আদর্শ স্তরচক্রের প্রথম (বা নিম্নের) পাঁচটি সভ্য [যথাক্রমে কোয়ার্টজ-সমৃদ্ধ বেলেপাথর, বালিপ্রধান সেল, স্বাদুজলজাত চুনাপাথর, আণ্ডার-ক্লে (under-clay) এবং কয়লা] মহাদেশীয় রূপের (continental facies) অবক্ষেপ ; এবং পরবর্তী পাঁচটি সভ্য (ধূসর সেল, সামুদ্রিক চুনাপাথর, কৃষ্ণবর্ণ সেল, সামুদ্রিক চুনাপাথর এবং বালিপ্রধান সেল) সামুদ্রিক রূপের (marine facies) অবক্ষেপ। ভূপৃষ্ঠের কোথাও আদর্শ স্তরচক্র পাওয়া যায় না, তবে যুক্তরাষ্ট্রের পেনসিলভানিয়া অঞ্চলে এবং যুক্তরাজ্যের ইয়র্কশায়ার জেলায় ইহার নিকটতম রূপায়ণ প্রত্যক্ষ করা হইয়াছে। দক্ষিণ ভারতের ধারওয়ার গোষ্ঠীর মধ্যে (সিমোগা বলয়) পাঁচসভ্য-বিশিষ্ট স্তরচক্র দেখিতে পাওয়া যায়। ভারতীয় উপদ্বীপের নিম্ন গণ্ডোয়ানা অনুক্রমের (sequence) মধ্যে কয়লা, কাদাপাথর, সেল ও বেলেপাথরের স্তরচক্র অনেক দেখা যায়। স্তরক্রমের এই পৌনঃ-

পুনিকতা উৎসাঞ্চল ও অববাহিকার পর্যায়ক্রমিক নিমজ্জন (submergence) ও নির্গমনের (emergence) ফল। বস্তুত, ইহার ফলে পর্যায়ক্রমিকভাবে অবক্ষেপণ এবং ক্ষয়কার্য এই দুই পাললিক প্রক্রিয়া চলিতে থাকে। চক্রাকারে অনুষ্ঠিত এইরূপ ঘটনাবলীকে **পাললিক চক্র** (sedimentary cycle) নাম দেওয়া হইয়াছে। যেমন সকল বড় বড় ভূতত্ত্বীয় ঘটনাই (অগ্ন্যুৎপাত, বিপর্যয়, ভূগাঠনিক ক্রিয়া, গিরিজনি, রূপান্তর ইত্যাদি) চক্রাকারে সজ্জিত কয়েকটি পর্যায়ের সমষ্টি তেমনি পললক্ষেপণের বেলাতেও বিভিন্ন সোপানগুলির মধ্যে একটি চক্রাকার অনুক্রম রহিয়াছে। এই পাললিক চক্রের দৈহিক রূপায়ণই স্তরচক্র। স্তরচক্রের কয়েকটি কার্যকারিতা আছে—যথা, স্তরের পারম্পর্য নির্ধারণে, স্তরক্রমের শ্রেণীবিভাগে এবং পুরাভৌগোলিক পুনর্গঠনে।

(গ) **দানাক্রমিক স্তর** (graded bedding)—ইহাও একপ্রকার পুনরাবৃত্ত অবক্ষেপ। কোন কোন স্তরে লক্ষ্য করা গিয়াছে ভূমি হইতে শীর্ষ অভিমুখে গঠনকারী দানাগুলির আকার ক্রমশ হ্রাস পাইতেছে। এই আকার একটি নিম্নমানে পৌঁছিবার পর স্তরটি শেষ হয়। উহার সহিত সংগতি রক্ষা করিয়া দ্বিতীয় একটি স্তর বিন্যস্ত হয় এবং তাহার মধ্যেও দানার আকারের অনুরূপ ক্রমপরিবর্তন তলা হইতে উপর পর্যন্ত লক্ষিত হয়। এইভাবে উল্লম্ব মাত্রায় দানার আকারে ক্রমবিন্যস্ত স্তরের পৌনঃপুনিকতা ঘটিতে পারে। ইহাকে দানাক্রমিক স্তর বলা হয়। সাধারণত মহীখাতে উৎপন্ন মোটা বেলেপাথর স্তরে এইরূপ বৈশিষ্ট্য দেখা যায়। ভারতের সিবালিক স্তরে ইহার দৃষ্টান্ত আছে। কয়নেনের মতে জলের ভিতর মিহি দানার ধীর অবক্ষেপণ যদি মধ্যে মধ্যে বহিরাগত ঘনস্রোত বা ঘোলাস্রোত (density or turbidity current) দ্বারা বাধাপ্রাপ্ত হয় তবে সাময়িক ভাবে মোটাদানার অবক্ষেপের প্রাধান্য হয় এবং মোট ফল দাঁড়ায় মোটা ও মিহি দানায় ক্রমবিন্যস্ত স্তরের একটি পর্যায়িত অনুক্রম।

(ঘ) **উপস্তর** (cross bedding বা false bedding)—বায়ুবাহিত বা নদীবাহিত অবক্ষেপের মধ্যে অনেক সময় দেখা যায় যে একটি প্রধান স্তরের ভিতর স্তরায়ণের বৈষম্য হেতু কয়েকটি উপবিভাগ বা উপস্তর উৎপন্ন হইয়াছে। স্তরের উৎপত্তিকালে নদীস্রোত বা বায়ুস্রোতের কালক্রমিক দিক-পরিবর্তনের জন্যই স্তরের বিভিন্ন পর্যায়ে বিভিন্নপ্রকার স্তরায়ণ হয়। উপস্তরগুলির অভ্যন্তরে স্তরায়ণ-রেখাগুলি প্রধান স্তরের সহিত তির্যকভাবে বিন্যস্ত থাকে এবং অবতলীয় বা সরলরৈখিক দুইই হইতে পারে। উপস্তরায়ণ-রেখার নিম্নপ্রান্তটি সাধারণত প্রধান স্তরের সীমারেখার সহিত স্পর্শক (tangential) হয়। কিন্তু, ঊর্ধ্বপ্রান্তটি প্রধান স্তরের সহিত তির্যক (oblique)

থাকে। উপস্তরের আকৃতি হইতে অনেক সময় উহা নদীজাত বা বায়ুজাত তাহা ধরা পড়ে। পুরাস্রোতের (palæocurrents) উপর গবেষণার জন্য উপস্তরের বিশদ অনুশীলন অপরিহার্য। ভারতীয় উপদ্বীপের গণ্ডোয়ানা বেলেপাথরের মধ্যে উপস্তরের দৃষ্টান্ত অতি সাধারণ।

(ঙ) **প্রাবরণ** (overlap) ও **সমুদ্র-উচ্ছ্বাস** (marine transgression)—সমুদ্র যখন স্ফীত হইয়া সৈকতরেখা (strand-line) এবং সংলগ্ন তীরভূমিকে অতিক্রম করিয়া মহাদেশের অভ্যন্তরে প্রবেশ করে তখন সদ্যপ্লাবিত ভূখণ্ডে যে সকল শিলা উদ্ভেদ রহিয়াছে সেগুলি নিমজ্জিত হয় এবং ক্রমশ নূতন অবক্ষেপের অন্তরালে ঢাকা পড়ে বা প্রাবৃত হয়। এইভাবে সমুদ্রোচ্ছ্বাসের (marine transgression) ফলে (অথবা কোন মহাদেশীয় অববাহিকায় প্লাবনের ফলে) একটি স্তর পূর্ববর্তী এক বা একাধিক স্তরকে অতিক্রম করিয়া প্রাচীনতর কোন স্তরের উপর আসিয়া পড়িলে ঐ ঘটনাকে প্রাবরণ বলে। প্রাবৃত স্তর এবং প্রাবরণকারী স্তরের মধ্যে যে বিভেদতল বা উহাদের মধ্যে যে গাঠনিক সম্পর্ক তাহাকে প্রাবরণ বলা হয়। সামুদ্রিক সংকোচনের (marine regression) কালে ইহার ঠিক বিপরীতটি ঘটে। অর্থাৎ নবীনতর স্তরগুলির বিস্তৃতি সমুদ্ররেখার ক্রম-সংকোচনের ফলে অপেক্ষাকৃত হ্রস্ব হয়। ইহার ফলে আবার প্রাচীনতর স্তরগুলি আংশিকভাবে উন্মুক্ত থাকিয়া যায়; ইহাকে বলা হয় উন্মোচন (off-lap)। এই দুইপ্রকার পাললিক গঠনকেই অসংগতি বলিয়া বিবেচনা করা হয়।

1·10 পাললিক প্রক্রিয়া (sedimentary processes)

যে সকল প্রাকৃতিক প্রণালীর সমন্বয়ে পাললিক শিলা উৎপন্ন হয় তাহাদের বলা হয় পাললিক প্রক্রিয়া। মূলত ইহার মধ্যে চারিটি পর্যায় রহিয়াছে—(ক) আবহিক বিকার (weathering) এবং ক্ষয় (erosion), (খ) পরিবহণ (transport), (গ) অবক্ষেপণ (deposition) এবং (ঘ) শিলায়ন (lithification)।

(ক) **আবহিক বিকার**—পাললিক শিলাসৃষ্টির প্রথম পর্যায়ে রহিয়াছে বৃহৎ বৃহৎ শিলাদেহের ভাঙ্গন ও পরিবর্তন। ভূপৃষ্ঠে সকল প্রকার অনাবৃত (exposed) শিলাদেহ প্রাকৃতিক প্রভাবে নিরন্তর পরিবর্তিত হইয়া খণ্ডিত হইতেছে। এই প্রকার পরিবর্তনের নাম আবহিক বিকার। এই পরিবর্তন ভৌত, রাসায়নিক এবং জৈবিক এই তিনপ্রকার হইতে পারে। ভৌত পরিবর্তনের উদাহরণ দেখিতে পাওয়া যায় উচ্চ অক্ষাংশের শীতপ্রধান দেশগুলিতে, যখন শিলার ফাটলে অনুপ্রবিষ্ট জল বরফে পরিণত হইয়া আয়তন বৃদ্ধি হেতু পরিবেষ্টনকারী শিলাদেহকে বিদীর্ণ করিয়া খণ্ডিত করে।

রাসায়নিক পরিবর্তনের দৃষ্টান্ত ভারতবর্ষের মত ক্রান্তীয় (tropical) অঞ্চলে খুব সাধারণ। আর্দ্রতা এবং উষ্ণতার সাহায্যে বলীয়ান হইয়া বায়ুমণ্ডল জারণ, বিজারণ, আর্দ্রবিশ্লেষণ ইত্যাদি রাসায়নিক পদ্ধতির দ্বারা শিলাদেহকে বিশ্লিষ্ট করিয়া ফেলে এবং এইভাবে উহা ক্রমশ চূর্ণ হয়। শিলার বিশরণে (disintegration) জৈবিক প্রভাবেরও দৃষ্টান্ত আছে; যেমন, বৃক্ষমূল শিলাদেহে অনুপ্রবেশ করিয়া অনেক সময় উহাকে বিদীর্ণ করে। মোটের উপর আবহিক বিকারজনিত সকল প্রকার পরিবর্তনের শেষফল হইল শিলাদেহের চূর্ণীভবন। এই চূর্ণায়িত বা খণ্ডিত শিলাবশেষের মধ্যে কয়েকটি স্তর দেখা যায়। উপর হইতে নীচের দিকে ইহাদের যথাক্রমে 'ক'-স্তর, 'খ'-স্তর, 'গ'-স্তর ইত্যাদি নামে অভিহিত করা হয়।

'ক্ষয়' (erosion) শব্দটির দ্বারাও শিলার প্রাকৃতিক পরিবর্তন ও খণ্ডন বুঝায়। তবে আবহিক বিকারের সহিত ইহার কিছুটা পার্থক্য আছে। নদী, সমুদ্র বা বায়ু অনেক সময়ই শিলাকে খণ্ড করিয়া ঐ খণ্ডাংশগুলি অল্পদূরে বা বহুদূরে অপসারিত করে। এই ধরণের পরিবর্তন, যেখানে খণ্ডন ও অপসারণ যুগপৎ হইতেছে, ক্ষয় নামে অভিহিত হয়। কিন্তু আবহিক বিকারের ক্ষেত্রে পরিণতিপ্রাপ্ত অবশেষের অপসারণ না-ও হইতে পারে।

আবহিক বিকার বা ক্ষয় যে-কোন উপায়েই হউক, শিলার এইরূপ পরিবর্তনের অবশেষই পাললিক শিলার, বিশেষত কর্করীয় শিলার (detrital rocks), মূল উৎস।

(খ) **পরিবহণ**—শিলার আবহিক বিকারান্তে যে কর্কর (detritus) উৎপন্ন হয় তাহা নদী, বায়ু বা অন্য প্রাকৃতিক শক্তির দ্বারা উৎসমূল হইতে অপসারিত হয় এবং কতকগুলি বৈজ্ঞানিক ধর্ম অনুসারে তাহা তরল বা বায়ু মাধ্যমে বাহিত হইয়া ক্রমশ অগ্রসর হয়। এই অগ্রগতি নিয়ন্ত্রিত হয় (ক) বাহিত উপল-দানা-কণার থিতানোর বেগ (settling velocity) এবং (খ) বায়ু ও তরলের গতিধর্ম (laws of fluid motion) দ্বারা। থিতানোর বেগ আবার দানার আকার, গড়ন ও ঘনত্বের উপর নির্ভরশীল। বড় আকারের দানাগুলি, ঘনতর পদার্থের দানাগুলি এবং প্রায় গোলকের মত দানাগুলি অপেক্ষাকৃত শীঘ্র থিতাইয়া পড়ে। যেগুলি ছোট, চ্যাপ্‌টা গড়নের এবং হাল্কা উপাদানে গঠিত সেগুলি অপেক্ষাকৃত দূরে গিয়া থিতাইয়া পড়ে। বায়ু বা তরলে বাহিত কর্করীয় দানাগুলির এইরূপ আচরণ উৎপন্ন অবক্ষেপের প্রকৃতি ও গঠনবৈশিষ্ট্যকে নিয়ন্ত্রিত করে এবং, সেই অর্থে ইহা গুরুত্বপূর্ণ। বায়ু-তরলের গতিধর্মও কম গুরুত্বপূর্ণ নহে, অবক্ষিপ্ত পললস্তরের উপর ইহারও প্রভাব যথেষ্ট। প্রবাহ যে পথের উপর দিয়া চলে তাহা যদি মসৃণ হয় তবে মাধ্যমের গতিও শান্ত এবং রৈখিক হইবে।

আর পথ যদি বন্ধুর হয় তবে মাধ্যমের গতি অশান্ত এবং ঘূর্ণিযুক্ত হইবে। ফলে নদীবক্ষ কর্তিত হইতে পারে এবং যে সকল দানা একবার অবক্ষিপ্ত হইয়াছে সেগুলি পুনরায় ভাসিয়া উঠিতে পারে।

তরল মাধ্যমে কর্কর কিভাবে পরিবাহিত হয় তাহার সবচেয়ে ভাল দৃষ্টান্ত দেখিতে পাওয়া যায় নদীতে। পারস্পরিক ঘর্ষণ ও ধাক্কার ফলে নদীবাহিত শিলাখণ্ডগুলি ক্রমেই টুকরা হইয়া আকারে হ্রাস পায়। ইহার নাম ঘর্ষণজনিত ক্ষয় (abrasion)। নদীবাহিত শিলাখণ্ড ও দানাগুলি সাধারণত তিনটি স্তরে বিভক্ত থাকে। তলাকার স্তরটি নদীবক্ষের উপর ঘর্ষিত হইয়া ও গড়াইয়া চলে (traction load), তাহার উপরের স্তরটি ছোট ছোট লাফে আগাইয়া চলে (saltation load) এবং সর্বোচ্চ স্তরটি নদীজলে ভাসিয়া চলে (suspension load)। কোন্ স্তর হইতে কোন্ দানাটি কখন অবক্ষিপ্ত হইবে তাহা নদীর স্রোতবেগ এবং দানাটির থিতানোর বেগ প্রধানত এই দুয়ের উপর নির্ভর করে। কিন্তু ইহার মধ্যে জটিলতাও অনেক। তলাকার স্তরে গোলক-গড়নের দানাগুলি অপেক্ষাকৃত দূর-পর্যন্ত অগ্রসর হয়, কিন্তু উপরকার স্তরে অপেক্ষাকৃত চ্যাপ্‌টা দানা অধিক দূর অগ্রসর হয়। নদীতে কোন্ দানাটি কতদূর পরিবাহিত হইবে তাহা বিভিন্ন নিয়মের দ্বারা নিয়ন্ত্রিত বলিয়া নদীভারের মধ্যে (stream load) আকার-গড়ন-ঘনত্বের একটি জটিল বিন্যাস দেখা যায়। ইহাকে বলা হয় নদীর মনোনীত পরিবহণ (selective sorting or selective transport)।

(গ) **অবক্ষেপণ**—কর্করীয় পললের (clastics) অবক্ষেপণ পূর্বালোচিত পরিবহণের নিয়ম ও প্রণালী হইতেই বোধগম্য হইবে। যে নিয়মে স্থির হয় একটি বিশেষ দানা পরিবাহিত হইবে কিনা, সেই নিয়মেই স্থির হয় উহা অবক্ষিপ্ত হইবে কিনা। যেহেতু মাধ্যমের গতিধর্ম অবক্ষেপের গঠন ও প্রকৃতিকে প্রভাবিত করে সেইজন্য, শিলাস্তরের গঠনবৈশিষ্ট্য বিশদভাবে পরীক্ষা করিলে উহা কোন্ মাধ্যমে উৎপন্ন তাহা বোঝা যায়।

অকর্করীয় পললের (non-clastics) অবক্ষেপণ সম্পূর্ণ ভিন্ন রীতি-নীতির দ্বারা নিয়ন্ত্রিত হয়। কর্করীয় অবক্ষেপ প্রধানত যান্ত্রিক প্রভাবের অধীন, কিন্তু অকর্করীয় অবক্ষেপ মূলত রাসায়নিক ও জৈবিক প্রভাবের অধীন। অকর্করীয় পললের অবক্ষেপণ হয় সাধারণত স্বাভাবিক সমুদ্রজলে (normal seawater)। ইহাতে প্রধানত ক্লোরাইড, ব্রোমাইড, সালফেট, বাই-কার্বনেট, কার্বনেট, ম্যাগনেসিয়াম, ক্যালসিয়াম, স্ট্রনশিয়াম, পটাসিয়াম, সোডিয়াম এই আয়নগুলি দ্রবীভূত থাকে। ইহাদের বিভিন্ন প্রকার সমবায় রাসায়নিক বা জৈবিক প্রভাবে দ্রবণ হইতে মুক্ত হইলে সমুদ্রবক্ষে অকর্করীয় পললের অবক্ষেপণ ঘটে।

ভৌগোলিক ও ভূতত্ত্বীয় প্রতিবেশের প্রভাবে স্বাভাবিক সমুদ্রজল রূপান্তরিত হইতে পারে। তখন অবক্ষেপেরও তদনুরূপ পরিবর্তন ঘটিবে। বহুবিধ স্বাভাবিক প্রতিবেশ আছে। তাহাদের মধ্যে অবরুদ্ধ হইয়া সমুদ্রজলও বহুবিধ প্রকৃতি লাভ করে। ফলে আয়নগুলির বহুবিধ সমবায় গঠিত হয় এবং এইভাবে অবক্ষেপের প্রকৃতির তারতম্য ঘটিয়া থাকে। পরীক্ষা করিয়া দেখা গিয়াছে যে অধিকাংশ অকর্করীয় পললের অবক্ষেপণ মোটামুটিভাবে দুইটি বিভিন্ন শ্রেণীর ঘটনা-সংস্থানের মধ্যে হইয়া থাকে। প্রথমটি হইল অগভীর সমুদ্রজল, মুক্ত প্রবাহ, স্থলীয় কর্করের অনুপস্থিতি, যথেষ্ট রাসায়নিক জারণ এবং অল্প ক্ষারপ্রবণতা এই কয়টি প্রভাবের সমাবেশ (এখানে প্রধান অবক্ষেপ হইল চুনাপাথর)। দ্বিতীয়টি হইল অবরুদ্ধ বা সীমিত প্রবাহ, রাসায়নিক বিজারণ এবং অল্পাধিক্তর অম্লপ্রবণতা (এখানে প্রধান অবক্ষেপ হইল বাষ্পীভবন জাত স্তর এবং ইউক্সিনিক অবক্ষেপ; যেমন—লবণ, কালো সেল ইত্যাদি)।

কর্করীয় এবং অকর্করীয় পললের পরিবহণ-অবক্ষেপণ সংক্রান্ত উল্লিখিত আলোচনা হইতে প্রতীয়মান হইবে যে পললস্তরের ধর্ম ও গঠন উহা যে মাধ্যমে অবক্ষিপ্ত হইয়াছে (নদী, বায়ু, সমুদ্র বা হিমবাহ) তাহার উপর নির্ভরশীল। সুতরাং, বিভিন্ন পাললিক শিলাস্তরের গ্রথন (texture), গঠন (structure) ও তাহাদের পার্শ্বিক পরিবর্তন বিশ্লেষণ করিলে তাহাদের উৎপত্তির উপর যথেষ্ট আলোকসম্পাত হয়।

(ঘ) **শিলায়ন**—শিলায়ন বলিতে বুঝায় পললস্তরের শিলায় পরিণতি লাভ। সদ্য অবক্ষিপ্ত একটি পললস্তর অনেক ভূতত্ত্বীয় পরিবর্তনের মধ্য দিয়া শিলাস্তরে রূপান্তরিত হয়। এই পরিবর্তন নিম্নবর্ণিত কয়েকটি পদ্ধতির দ্বারা সম্পন্ন হয়।

মণিকের অনুজনন (authigenesis)—অনেক সময় অবক্ষিপ্ত পললের মধ্যে মণিকের অনুজনন (secondary growth) হয়। ইহার ফলে ঐ পললস্তরটি দৃঢ়বদ্ধ হয়। বেলেপাথরের মধ্যে অনুজাত হেমাটাইট সিবালিক স্তরে অনেক দেখা যায়।

সম্বন্ধন (cementation)—পললস্তরে গঠনকারী দানাগুলির মধ্যে মধ্যে যে ফাঁক থাকে তাহা ভরাট হয় শেষকালে সিলিকা, ক্যালসিয়াম-কার্বনেট, লৌহ-অক্সাইড ইত্যাদি পদার্থ দ্বারা। এইভাবে আলগা দানাগুলি সম্বদ্ধ হয়।

দৃঢ়ীকরণ (compaction)—অবক্ষিপ্ত পললস্তর ভূগর্ভস্থ হইলে ক্রমবর্ধমান চাপের প্রভাবে নিজদেহ হইতে অবরুদ্ধ জল ও বায়ুকণাগুলি পরিত্যাগ করিয়া আয়তনে সংকুচিত হয় ও দৃঢ়তা লাভ করে। মিহি দানার অবক্ষেপে এই প্রভাব সর্বাধিক হয়।

প্রভেদমূলক দ্রবণ (differential solution)—এই পদ্ধতিতে পললস্তরের মধ্যে কোন কোন উপাদান দ্রবীভূত হইয়া যায়।

পুনঃকেলাসন (recrystallisation)—মিহি চুনাপাথরের অন্তর্ভুক্ত ছোট ছোট ক্যালসিয়াম কার্বনেটের দানাগুলি পুনঃকেলাসনের ফলে শিলাদেহের গ্রথন ও গঠন বদলাইয়া অনেক সময় মোটা চুনাপাথর সৃষ্টি করে।

প্রতিস্থাপন (replacement)—বহিরাগত পদার্থের সহিত বিক্রিয়ার দ্বারা অবক্ষিপ্ত পললের মধ্যে আয়তনের কোন পরিবর্তন না ঘটাইয়া নূতন মণিকের প্রতিস্থাপন ঘটিতে পারে। অভ্রের ক্লোরাইটে পরিণতি ইহার একটি দৃষ্টান্ত।

1·11 পাললিক প্রতিবেশ (sedimentary environment)

যে অববাহিকায় পললক্ষেপণ হইতেছে সেখানে যে-সকল ভৌতিক, রাসায়নিক ও জৈবিক প্রভাব সক্রিয়, তাহাদের সমাবেশকে বলা হয় পাললিক প্রতিবেশ। নদী, নালা, সমুদ্র, মরুভূমি, হ্রদ ইত্যাদি বহুবিধ প্রাকৃতিক পরিবেশের মধ্যে নিয়ত পললক্ষেপণ হইতেছে। বিভিন্ন পরিবেশে বিভিন্ন প্রভাবের প্রাধান্য থাকে এবং সেইজন্য অবক্ষিপ্ত পললের গঠন ও প্রকৃতির ভেদাভেদ ঘটিয়া থাকে। প্রাকৃতিক পরিবেশের মধ্যে এত বৈচিত্র্য আছে যে একই পদ্ধতিতে তাহাদের সকলকে বর্ণনা করা সম্ভব নহে। তবে বর্ণনা এবং সংজ্ঞা দিবার সুবিধার্থে প্রত্যেক প্রতিবেশেরই চারিটি মৌলিক বৈশিষ্ট্য (elements) বিবেচনা করা হয় ঃ—

(ক) **উপাদান** (material)—প্রতিবেশের উপাদান বলিতে বুঝায় অবক্ষেপণের মাধ্যম (নদীজল, বায়ু, হিমবাহ ইত্যাদি) এবং অবক্ষিপ্ত পললের উপাদান ও গঠন। প্রতিবেশ হইতে প্রতিবেশে উপাদানের যথেষ্ট ভেদাভেদ হয়। সুগোল দানাযুক্ত লালচে বেলেপাথর মরুভূমির প্রতিবেশ নির্দেশ করে, মোটা বিশুদ্ধ চুনাপাথর স্তর সামুদ্রিক প্রতিবেশ বুঝায়, ইত্যাদি। আবার বেলেপাথরের স্তরে উপস্তর বা ঢেউচিহ্ন (ripple marks) থাকিলে তাহা নদী বা অগভীর সমুদ্রের প্রতিবেশ নির্দেশ করিতে পারে, কিন্তু দানাক্রমিক স্তর (graded bed) থাকিলে মহীখাত-অববাহিকা বুঝায়।

(খ) **শক্তি** (energy)—ভিন্ন ভিন্ন প্রতিবেশে ভিন্ন ভিন্ন শক্তির প্রভাব লক্ষ্য করা যায়। সৈকত অঞ্চলে সমুদ্র-ঢেউএর প্রাবল্য, তাই সেখানে অবক্ষেপের গঠন ও বিন্যাসে ভৌত শক্তি বা যান্ত্রিক শক্তির প্রভাব বেশী থাকে। অপেক্ষাকৃত মোটা দানার স্তর এই অঞ্চলে পাওয়া যায়। আবার গভীর সমুদ্রে রাসায়নিক শক্তি ও তাপশক্তির নিয়ন্ত্রণ বেশী। সেখানে উষ্ণতার বা পরিমাণের অসাম্য ঘটিলে রাসায়নিক অবক্ষেপণ হয়।

(গ) **ভৌগোলিক অবস্থান** (boundary conditions)—অববাহিকার ভৌগোলিক অবস্থান অবক্ষেপের প্রকৃতি ও ধর্ম নিয়ন্ত্রণে যথেষ্ট গুরুত্বপূর্ণ। মহাদেশের অভ্যন্তরে অবস্থিত একটি হ্রদের মধ্যে কাদাপাথরের অবক্ষেপ পাওয়া স্বাভাবিক কিন্তু, মরুভূমিতে মোটা বেলেপাথর এবং সমুদ্রে চুনাপাথরই স্বাভাবিক।

(ঘ) **জৈবিক প্রকৃতি** (biological character)—কোন কোন প্রতিবেশে জৈবিক প্রভাব প্রবল হয়। যেমন অন্তর্দেশীয় জলাভূমিতে বৃক্ষাদির প্রাচুর্যহেতু পীট ও কয়লার স্তর গঠিত হয়। সমুদ্রবক্ষের বিশেষ বিশেষ স্থানে প্রবালের প্রাচুর্য হেতু প্রবাল-প্রাচীরের সৃষ্টি হয়।

শ্রেণীবিভাগ—প্রাকৃতিক প্রতিবেশ অসংখ্য প্রকার। কিন্তু যেগুলি সচরাচর লক্ষ্য করা যায় সেগুলিকে প্রধানত তিন শ্রেণীতে বিভক্ত করা হয়। প্রত্যেকটির মধ্যে আবার একাধিক উপশ্রেণী আছে ঃ—

(1) **মহাদেশীয়** (continental)

(ক) স্থলীয় (terrestrial)	(খ) জলীয় (aqueous)
($ক_1$) মরুভূমি (desert)	($খ_1$) নদী (river)
($ক_2$) হিমবাহ (glacier)	($খ_2$) হ্রদ (lake)
	($খ_3$) জলাভূমি (swamp)
	($খ_4$) গুহা (cave)

(2) **মিশ্র** (transitional)

(ক) তট (littoral zone) (খ) উপহ্রদ (lagoon) (গ) ব-দ্বীপ (delta)

(3) **সামুদ্রিক** (marine)

(ক) অবতটীয় সমুদ্র (sublittoral or neritic sea) (খ) গভীর সমুদ্র (bathyal sea) (গ) পাতালিক সমুদ্র (abyssal sea)

বিভিন্ন প্রতিবেশের নাম হইতে তাহাদের অবস্থান সম্বন্ধে মোটামুটি ধারণা করা যায়। নিম্নে তাহাদের বৈশিষ্ট্য ও দৃষ্টান্ত বর্ণিত হইল।

মরুভূমি—মরুভূমি ও তাহার উপরস্থ বায়ুস্তর লইয়া এই প্রতিবেশ। মরুবায়ু দ্বারা অবক্ষিপ্ত বালিয়াড়ি (dunes), বাষ্পীভবনজাত স্তর (evaporites) এবং মিহি অবক্ষেপ এই প্রতিবেশে সৃষ্টি হয়। বিন্ধ্যসংঘের কৈমুর বেলেপাথর একটি উদাহরণ।

হিমবাহ—এই প্রতিবেশের উল্লেখযোগ্য অবক্ষেপ হইল মোরেণ (moraine), হিমকর্দ (till) ইত্যাদি। ভারতীয় উপদ্বীপের তালচির গণ্ডশিলাস্তর (boulder bed) একটি দৃষ্টান্ত।

নদী—নদীর সবচেয়ে সাধারণ অবক্ষেপ হইল বেলেপাথর। ইহা সচরাচর

লেন্সের গড়নযুক্ত হয় ও ইহার মধ্যে উপস্তরায়ণের চিহ্ন থাকে। স্থলীয় মেরুদণ্ডীদের এবং উদ্ভিদের জীবাশ্ম অধিকাংশ সময়ই দেখা যায়। ভারতীয় উপদ্বীপের গণ্ডোয়ানা অনুক্রমের মধ্যে প্রচুর এই জাতীয় বেলেস্তর আছে।

হ্রদ—হ্রদীয় অবক্ষেপ হয় সাধারণত মিহিদানার সেল বা কাদাপাথর। হ্রদের আকারভেদে অবক্ষেপের প্রকৃতিভেদ হয়। মধ্য ভারতের মহাদেব সংঘ (ঊর্ধ্ব গণ্ডোয়ানা স্তর) এবং কাশ্মীরের ক্যারেওয়া স্তর হ্রদীয় অবক্ষেপ।

জলাভূমি—এখানে অবরুদ্ধ অগভীর জলের মধ্যে অবক্ষেপণ হইয়া থাকে। সচরাচর যে অবক্ষেপ পাওয়া যায় তাহা জৈবিক প্রকৃতির ; যেমন—পীট, কয়লা ইত্যাদি। আণ্ডার-ক্লেও (under clay) অনেক সময় পাওয়া যায়। দক্ষিণ ভারতের নীলগিরি পীট বা কলিকাতা পীট ইহার উদাহরণ।

গুহা—গুহার মধ্যে যে সকল অবক্ষেপ পাওয়া যায় সেগুলির উৎপত্তি ভূগর্ভস্থ জল হইতে ; যেমন, ষ্ট্যালাকটাইট (stalactite) ও ষ্ট্যালাগমাইট (stalagmite) নামক চুনাপাথরের অবক্ষেপ।

তট—জোয়ার-ভাঁটার দুই বেলারেখার (tide-mark) যে অন্তর্বর্তী ব্যবধান, সমুদ্র-সৈকতের সেই অংশকে তট (littoral zone) বলা হয়। জোয়ার-ভাঁটা চক্রের প্রভাবে ইহা পর্যায়ক্রমিক ভাবে জলীয় ও স্থলীয় প্রতিবেশের অন্তর্ভুক্ত থাকে বলিয়া ইহাকে মিশ্র প্রতিবেশ বলা হয়। অগভীর জলের শামুক, পোকা, স্থলীয় জীবের দেহ ইত্যাদির জীবাশ্মযুক্ত কাদাপাথর, বেলেপাথর বা ঐ জাতীয় অবক্ষেপ এখানে উৎপন্ন হয়। দক্ষিণ ভারতের ত্রিচিনোপল্লী স্তর-সোপান (ক্রীটেশাস) একটি তটীয় অবক্ষেপ।

উপহ্রদ—কোন প্রাকৃতিক প্রাচীর বা পর্বত দ্বারা উপবেষ্টিত হইয়া সমুদ্র-জলের একাংশ যদি প্রায় বিচ্ছিন্ন হইয়া পড়ে তাহাকে উপহ্রদ বলে ; যেমন, দক্ষিণ ভারতের চিল্কা। এইরূপ প্রতিবেশে সমুদ্রের লবণাক্ত জল ও নদীর (স্থলের) স্বাদু জল এই দুয়ের মিশ্রণ ঘটে। নিম্ন হিমালয় বলয়ের (?) পুরাজীবীয় কালের জীবাশ্মহীন কতকগুলি স্তর উপহ্রদজাত বলিয়া বিশ্বাস। বহুবিধ পাথর এই প্রতিবেশে উৎপন্ন হইতে পারে।

ব-দ্বীপ—নদীর মুখে সমুদ্রের সহিত সংযোগস্থলে একটি মিশ্র প্রতিবেশ গঠিত হয়। মিহি পলি ও কাদা মন্দস্রোতা নদীর ঠিক মুখে দীর্ঘকাল সঞ্চিত হইয়া একটি মাত্রাহীন ব-আকৃতি দ্বীপ গঠন করে। গঙ্গা নদীর ব-দ্বীপ (অবিভক্ত বাংলাদেশ) পৃথিবীর মধ্যে শ্রেষ্ঠ উদাহরণ, ইহার আয়তন (area) ৪0,000 বর্গমাইলের অধিক।

অবতটীয় সমুদ্র—তট হইতে প্রায় ৬00 ফুট গভীরতা (সমুদ্রতল হইতে) পর্যন্ত বিস্তৃত সমুদ্রের অংশ। সকলপ্রকার প্রাকৃতিক প্রতিবেশের মধ্যে এইটি সর্বাধিক গুরুত্বপূর্ণ। অনুমান করা হয় যে ভূস্তর-স্তম্ভে যত পাললিক শিলা

আছে তাহার আশি শতাংশ এই প্রতিবেশে উৎপন্ন। প্রধানত চুনাপাথর, ও বেলেপাথর এবং তাহার সহিত ব্র্যাকিওপোড, ঝিনুক, শামুক, প্রবাল ও অন্যান্য বহুপ্রকার জীবাশ্ম এই প্রতিবেশের বৈশিষ্ট্য। দক্ষিণ ভারতের ত্রিচিনোপল্লী জেলার আরিয়ালুর (ক্রীটেশাস) স্তর এবং লবণ পর্বতের ভিরগল (পার্মিয়ান) স্তর এই প্রতিবেশে উৎপন্ন।

গভীর সমুদ্র—৬০০ ফুট হইতে প্রায় ১৩,৫০০ ফুট গভীরতা (সমুদ্রতল হইতে) পর্যন্ত বিস্তৃত সমুদ্রকে (সমুদ্র বলিতে এখানে সমুদ্রবক্ষ এবং তাহার উপরস্থ জলরাশি উভয়কে একত্রে বুঝিতে হইবে) গভীর সমুদ্র বলা হইয়াছে। মিহি বালু, কাদা, চুনাপাথর ইত্যাদি, বিশেষত সিলিকা প্রধান অবক্ষেপ এই প্রতিবেশের বৈশিষ্ট্য।

পাতালিক সমুদ্র—১৩,৫০০ হইতে ২১,০০০ ফুট গভীরতা পর্যন্ত বিস্তৃত সমুদ্রকে পাতালিক সমুদ্র বলা হয়। এখানে আলো নাই, উষ্ণতা ৫° সেঃ অপেক্ষা কম এবং জলীয় চাপ বর্গ-ইঞ্চিতে ২,০০০ পাউণ্ডের অধিক। সেজন্য জৈব পদার্থের বিশেষ চিহ্ন নাই। এই প্রতিবেশে উৎপন্ন স্তর কমই দেখা যায়। কতকগুলি ডায়াটম-কর্দ (diatom ooze), লাল কাদা, সিলিকা সমৃদ্ধ সেল, পাতলা কৃষ্ণবর্ণ চুনাপাথর এই প্রতিবেশে উৎপন্ন হইয়াছে বলিয়া বিশ্বাস।

1·12 ভূগাঠনিক সংস্থান (tectonic setting)

ভূপৃষ্ঠের অনেক জায়গায় দেখা যায় অগভীর বা অল্প-গভীর অববাহিকায় উৎপন্ন শিলাস্তর সহস্র সহস্র ফুট গভীর একটানা অনুক্রম রচনা করিয়াছে। ইহা হইতে প্রতীয়মান হয় যে অবক্ষেপণের সাথে সাথে অববাহিকার তলদেশ নিশ্চয় ক্রমাগত গভীর হইতে গভীরে অবনমিত হইতেছিল (subsidence)। ফলে এক-দিক দিয়া যেমন অববাহিকাটি পললের দ্বারা ভরাট হইতেছিল অপরদিক দিয়া তেমনি ক্রমাগত অবনমনের ফলে জলের উপরিতল হইতে ইহার গভীরতার মোটামুটি সাম্যরক্ষা হইতেছিল। এই উপলব্ধি হইতে স্বাভাবিকভাবেই ধারণা জন্মিল যে ভূপৃষ্ঠের বিশেষ বিশেষ অংশে ভূগাঠনিক অস্থিতি (tectonic instability) কিঞ্চিৎ প্রবল এবং, এই অংশগুলি এতই চঞ্চল ও সক্রিয় (active) যে উপরস্থ পললস্তরের ভারে ইহারা সহজেই অবনমিত হয়। এই ধরণের ভূগাঠনিক অঞ্চলকে নির্দেশ করিবার জন্য মহীখাত (geosyncline, জে, ডি, ডানা, ১৮৭৩ খ্রীঃ) ও পরিপ্লব বলয় (mobile belt) নাম দুইটির প্রচলন হয়। ভূপৃষ্ঠের যেগুলি অপেক্ষাকৃত স্থিত (stable) অঞ্চল সেগুলি মহীখাতের সংলগ্ন, তাহাদের বলা হয় ক্রেটন বা শীল্ড (craton বা shield) মহাদেশের অন্তর্ভুক্ত, ভূগঠনবিদ্যার বিশদ আলোচনা এখানে অপ্রাসঙ্গিক হইবে কিন্তু, বিভিন্ন ভূগাঠনিক উপাদানগুলির

অবস্থান এবং তাহাদের প্রকারভেদ সম্বন্ধে একটি স্থূল ধারণা রাখা আবশ্যক। কারণ, ভূগাঠনিক প্রভাব পললস্তরের প্রকৃতিকে যথেষ্ট নিয়ন্ত্রণ করে। পললক্ষেপণের উপর ভূগাঠনিক প্রভাব সম্পর্কিত আলোচনা ভূবিদ্যার একটি নবীন শাখা, ইহার নাম পাললিক ভূগঠনবিদ্যা (sedimentary tectonics)।

ভূগাঠনিক উপাদানগুলির অবস্থান ও শ্রেণীবিভাগ এবং সেইসঙ্গে মহীখাত প্রকল্প সম্বন্ধে বিভিন্ন চিন্তাধারা প্রকাশিত হইয়াছে। ইহাদের মধ্যে অনেক বৈষম্য দেখা যায়। কোন্‌টি গ্রহণযোগ্য তাহা বিচার করা কঠিন। আধুনিক বলিয়া প্রস্তাবিত একটি শ্রেণীবিভাগ ক্রামবিন ও স্লসের (Krumbein & Sloss) গ্রন্থ হইতে নিম্নে উদ্ধৃত করা হইল। ইহা মূলত কয়ের (Kay) প্রস্তাবের উপর প্রতিষ্ঠিত।

(ক) **পরামহীখাত** (orthogeosyncline)—পাশাপাশি দুই ক্রেটনের অন্তর্বর্তী লম্বা অস্থিত বলয়। ইহা দীর্ঘকাল যাবৎ অবনমিত হয় এবং গিরিজনি ও অগ্ন্যুৎপাত দ্বারা প্রভাবিত হয়। ইহার সহিত ইউজিওসিনক্লাইনের (eugeosyncline) বিশেষ পার্থক্য নাই। অবিভক্ত ভারতের উত্তর-পশ্চিম অংশে লবণ পর্বত অববাহিকা পার্মিয়ান ও ট্রায়াসিক যুগে এইরূপ মহীখাতের অন্তর্ভুক্ত ছিল বলিয়া বিশ্বাস। এইরূপ মহীখাতের বৈশিষ্ট্য হইল এই যে অস্থিত সক্রিয় বলয়ের মধ্যেই অবস্থিত সরু রৈখিক স্থলভাগ মহীখাতে অবক্ষিপ্ত পললের উৎস।

(খ) **উপমহীখাত অঞ্চল** (miogeosynclinal transitional zone)—পরামহীখাত এবং ক্রেটনের মধ্যে ক্রেটনের প্রান্তরেখায় অপেক্ষাকৃত ক্ষুদ্রাকার মহীখাত দেখিতে পাওয়া যায়; ইহা অপেক্ষাকৃত কম সক্রিয় এবং অগ্ন্যুৎপাত হইতে মুক্ত। প্রধানত ক্রেটনপ্রান্তই ইহার পললের উৎস।

(গ) **ক্রেটন** (craton)—ক্রেটন বলিতে সাধারণত বুঝায় দুইটি পরামহীখাতের মধ্যে অবস্থিত চওড়া এবং সুস্থিত মহাদেশীয় ভূখণ্ডকে (অবশ্য সুস্থিত সমুদ্রবক্ষেও এই নাম প্রয়োগ করা যাইতে পারে)। ক্রেটনের মধ্যে আবার ভূগাঠনিক সংস্থানের বৈষম্য আছে। ক্রেটনীয় অববাহিকা (intracratonic basin) বলিতে বুঝায় ক্রেটনের অভ্যন্তরে অবস্থিত অবনমন কেন্দ্র, ইহাকে অনুমহীখাতও বলা হয় (parageosyncline)। ক্রেটনীয় ধনাত্মক ভূমি বলিতে বুঝায় ক্রেটনের অন্তর্গত উন্নীয়মান অঞ্চল (intracratonic positive area); যেমন, রকি পর্বত। ক্রেটনীয় সোপান (cratonic shelf) অঞ্চল বলিতে ক্রেটনের অন্তর্ভুক্ত সেই সকল অঞ্চলকে বুঝায় যেখানে বিশেষ অবনমন বা উন্নয়ন লক্ষ্য করা যায় না। অবশ্য কোন কোন সোপান অঞ্চলে ঈষৎ অস্থিতির জন্য অবনমন (subsidence) ও পাললিক-চক্র দেখা যাইতে পারে।

গ্রন্থপঞ্জী

(১) ক্রাম্‌বিন, ডব্লু, সি এবং এল, এল, স্লস (১৯৬৩)—স্ট্র্যাটিগ্রাফি অ্যাণ্ড সেডিমেণ্টেশান, ফ্রিম্যান কোং, সানফ্রান্সিস্কো।

(২) ডানবার, সি, ও এবং জে, রোজার্স (১৯৫৭)—প্রিন্সিপ্‌লস অব স্ট্র্যাটিগ্রাফি, জন উইলি এণ্ড সন্স, নিউ ইয়র্ক।

(৩) বৈজ্ঞানিক পরিভাষা (১৯৬০)—কলিকাতা বিশ্ববিদ্যালয়।

দ্বিতীয় অধ্যায়

ভারতের প্রাক্‌কেম্ব্রিয়ান স্তর (Precambrian strata of India)

2·1 ভারতের ভূতত্ত্বীয় বিভাগ (geological divisions of India)

ভারতীয় ভূখণ্ডে তিনটি স্বাভাবিক বা প্রাকৃতিক বিভাগ খুব সুস্পষ্ট রূপে পরিলক্ষিত হয়। যথা, (ক) দক্ষিণ ভারতের উপদ্বীপ (Peninsula), (খ) উত্তর ভারতের হিমালয় পর্বতাঞ্চল (Extrapeninsula) এবং (গ) উভয়ের মধ্যবর্তী সিন্ধু-গাঙ্গেয় সমভূমি (Indogangetic alluvium)। ভৌগোলিক প্রকৃতিতে এই তিন বিভাগের মধ্যে যথেষ্ট বৈষম্য আছে। কিন্তু শুধু তাহাই নহে, ভূতত্ত্বীয় প্রকৃতিতেও ইহাদের প্রভেদ অতি স্পষ্ট এবং গুরুত্বপূর্ণ। ভারতের ভূতত্ত্বীয় শ্রেণীবিভাগ বলিতে এই বিভাগরীতিকেই বুঝায়। উল্লিখিত তিনটি অংশের প্রত্যেকটি একটি স্বতন্ত্র ভূতত্ত্বীয় একক, উহাদের গাঠনিক ও স্তরতত্ত্বীয় প্রকৃতি বিসদৃশ এবং ভূতত্ত্বীয় ইতিহাস ভিন্ন ধরণের। প্রত্যেকটি বিভাগের সংক্ষিপ্ত ভৌগোলিক বিবরণ ও ভূতত্ত্বীয় বৈশিষ্ট্য নিম্নে বর্ণিত হইল।

(ক) **দক্ষিণ ভারতের উপদ্বীপ**—দক্ষিণ ভারতে যে ত্রিভুজাকৃতি উপদ্বীপ রহিয়াছে তাহা এবং তাহার উত্তরপ্রান্ত সংলগ্ন কিয়দংশ (যাহা সিন্ধু-গাঙ্গেয় পললভূমির দক্ষিণে সীমিত) লইয়া এই বিভাগটি গঠিত। কেরালা, মাদ্রাজ, মহীশূর, অন্ধ্র, মহারাষ্ট্র, মধ্যপ্রদেশ, গুজরাট, রাজস্থান, দক্ষিণ বিহার, উড়িষ্যা, আসামের মালভূমি ও মিকির পর্বত এবং পশ্চিমবঙ্গের পশ্চিমাংশ প্রধানত এই স্থানগুলি ব্যাপিয়া উপদ্বীপ বিভাগটি বিস্তৃত। দাক্ষিণাত্যের মালভূমি এই বিভাগটির প্রধান উপাদান। এখানকার প্রধান প্রধান পর্বতমালা হইল—আরাবল্লী, বিন্ধ্য, সাতপুরা, পশ্চিমঘাট, পূর্বঘাট, রাজমহল, গারো-খাসি-জয়ন্তিয়া এবং মিকির পর্বত। এগুলি অধিকাংশই ক্ষয়জাত পর্বত। এখানকার নদীগুলি সুপ্রাচীন, তাহাদের উপত্যকা চওড়া, অগভীর এবং অল্প ঢালু। প্রধান নদীগুলির নাম—দামোদর, সুবর্ণরেখা, মহানদী, গোদাবরী, কৃষ্ণা, কাবেরী (এগুলি পূর্ব-বাহিনী) ; নর্মদা ও তাপ্তি (পশ্চিম-বাহিনী) ; চম্বল, বেতোয়া, টন্‌স, কেন, শোন ইত্যাদি (উত্তর-বাহিনী)। এই বিভাগের প্রধান হ্রদগুলির নাম—পুলিকট, কোলেয়ার, চিল্কা, সম্বর, লোনার, নাল, মাণ্ডার (প্রকৃতপক্ষে

ইহা উপদ্বীপের সীমা-বহির্ভূত) ইত্যাদি। এই বিভাগে কোন জীবন্ত আগ্নেয়গিরি নাই। অবশ্য আন্দামানের নিকটবর্তী নরকুণ্ডম ও ব্যারেণ দ্বীপপুঞ্জে আগ্নেয়গিরি আছে।

ভারতীয় উপদ্বীপকে শীল্ড বলা হয় কারণ ইহা ভূপৃষ্ঠের প্রাচীনতম শিলায় গঠিত একটি সুস্থিত ভূখণ্ড। মুখ্যত ইহা আর্কিয়ান যুগের নাইস, সিস্ট এবং

চিত্র 1—মানচিত্রে ভারতের ভূতত্ত্বীয় পরিচয়

উদ্‌বেধী আগ্নেয় শিলায় গঠিত। এই প্রাচীন শিলাগুলি অত্যধিক বিপর্যস্ত ও রূপান্তরিত। ইহাদের উপর নব প্রাক্‌কেম্ব্রিয়ান এবং কেম্ব্রিয়ান যুগের কিছু পাললিক স্তর (পুরাণা ও বিন্ধ্য গোষ্ঠী) রহিয়াছে। পর-কেম্ব্রিয়ান (post-Cambrian) কালে এই উপদ্বীপ অঞ্চলে অবক্ষেপণ অল্পই হইয়াছিল, অধিকাংশ সময়ই এখানে স্থলীয় পরিবেশ বিরাজ করিত; সুতরাং পর-

কেম্ব্রিয়ান ভূতত্ত্বীয় ইতিহাসে এখানে অনেকগুলি ব্যাপক ও দীর্ঘমেয়াদী ছেদ রহিয়াছে। বস্তুত ভারতীয় উপদ্বীপের কেম্ব্রিয়ানোত্তর ইতিহাস খুবই অসম্পূর্ণ। এই কালের উল্লেখযোগ্য অবক্ষেপ বলিতে স্বাদুজলজাত কিছু গণ্ডোয়ানা স্তর এবং উপকূলবর্তী কয়েকটি সীমিত ও পাতলা সামুদ্রিক স্তর। যেমন, উমারিয়া সামুদ্রিক স্তর, ত্রিচিনোপল্লীর ক্রীটেশাস গোষ্ঠী, রাঘবপুরম—ভীমাবড়ম—শ্রীপারমতুর ইত্যাদি ঊর্ধ্ব গণ্ডোয়ানা স্তর, বারিপাদা স্তর, কুড্ডালোর বেলেপাথর ইত্যাদি। এই স্তরগুলি বিভিন্নকালে স্বল্পস্থায়ী সমুদ্রোচ্ছ্বাসের (transgression) ফলে উৎপন্ন হইয়াছিল। হিমালয় অঞ্চলের মত কোন ব্যাপক বা গভীর সামুদ্রিক অবক্ষেপণ পর-কেম্ব্রিয়ান কালে এখানে হয় নাই। তবে মধ্যজীবীয় অধিযুগের শেষে বা নবজীবীয়ের প্রারম্ভে উদ্‌গীর্ণ এক সুদূর-প্রসারী লাভাস্তর (ডেকান ট্র্যাপ) দ্বারা ভারতীয় উপদ্বীপের পাঁচ লক্ষাধিক বর্গমাইল স্থান আবৃত। ইহা উপদ্বীপের দ্বিতীয় বৃহত্তম শিলাস্তর (আর্কিয়ানের পরবর্তী)।

ভূগাঠনিক বিচারে ভারতীয় উপদ্বীপ একটি ক্রেটন (craton), অর্থাৎ সুস্থিত একটি ভূখণ্ড। প্রাক্‌কেম্ব্রিয়ান-উত্তর কালে এই অঞ্চল কোন গিরিজনি (orogeny) বা বিপর্যয় (diastrophism) দ্বারা আক্রান্ত হয় নাই। তবে চ্যুতি (faulting) এবং অবনমন (subsidence) অনেক স্থানেই ঘটিয়াছিল। প্রাক্‌কেম্ব্রিয়ান স্তরগুলি পরীক্ষা করিয়া দেখা গিয়াছে যে উহাদের কয়েকটি প্রধান প্রধান দিক-বিস্তৃতি বা আয়াম-রেখা (strike line) রহিয়াছে—যেমন, আরাবল্লী-রেখা (উঃ পূঃ-দঃ পঃ), ধারওয়ার-রেখা (উঃ উঃ পূঃ-দঃ দঃ পঃ), পূর্বঘাট-রেখা (উঃ পূঃ-দঃ পঃ), সাতপুরা-রেখা (পূঃ উঃ পূঃ-পঃ দঃ পঃ), মহানদী-রেখা (উঃ পঃ-দঃ পূঃ) ইত্যাদি। আসামের মালভূমি অঞ্চল এবং মিকির পর্বত উপদ্বীপ ভারতেরই উত্তরাংশ। অনুমান করা হয় যে, ভারতীয় উপদ্বীপের উত্তর প্রান্ত উত্তরাগত পেষণের (compression) ফলে নিম্নমুখে বলিত (folded) হইয়া সিন্ধু-গাঙ্গেয় ভূমির অধঃস্তর রচনা করিয়াছে। এমন কি কেহ কেহ বিশ্বাস করেন যে, উপদ্বীপের উত্তর প্রান্ত বিস্তৃত হইয়া হিমালয়ের দক্ষিণাঞ্চলের সহিত মিলিত হইয়াছে।

(খ) **উত্তর ভারতের হিমালয় পর্বতাঞ্চল**—ভারতের উত্তর সীমায় অবস্থিত হিমালয় পর্বতমালার বিস্তৃতি পশ্চিমে সিন্ধু উপত্যকা হইতে পূর্বে ব্রহ্মপুত্র উপত্যকা পর্যন্ত প্রায় ১৫০০ মাইল। তবে হিমালয়ের পার্বত্য অঞ্চল বলিতে ইহার প্রান্তস্থ শাখা-প্রশাখাগুলিও বুঝিতে হইবে। পশ্চিম প্রান্তে কতকগুলি দক্ষিণাভিমুখী শাখা (মুরী, খীরথর, সুলেমান ইত্যাদি) পাঞ্জাব, সিন্ধু, বেলুচিস্তান ইত্যাদি প্রদেশের মধ্য দিয়া আরব সাগরের উপকূল পর্যন্ত বিস্তৃত। পূর্ব প্রান্তে অনুরূপ কয়েকটি শাখা-প্রশাখা (আরাকান ইয়োমা, পেগু-

ইয়োমা ইত্যাদি) আসাম, আরাকান ও বর্মার মধ্য দিয়া মালয় পর্যন্ত বিস্তৃত। বৃহদর্থে এই সমস্ত পর্বতশ্রেণীই হিমালয়ের পার্বত্য অঞ্চল বিভাগের অন্তর্ভুক্ত। পশ্চিম প্রান্তস্থ শাখাগুলি অধিকাংশই পাকিস্তানের এবং পূর্ব প্রান্তস্থ শাখাগুলি অধিকাংশই বর্মার অন্তর্গত। মূল হিমালয় ভারতেই রহিয়াছে। ইহার সহিত সংলগ্ন তিব্বতের মালভূমি, কারাকোরাম পর্বত, কৈলাস ও লাডাক পর্বত, জন্‌স্‌কর ও পীর পঞ্জল পর্বত ইত্যাদিকে অনেক সময় পৃথক্‌ভাবে উল্লেখ করা হইলেও উহারা হিমালয়ের সহিত নিবিড়ভাবে যুক্ত। আড়াআড়িভাবে হিমালয় পর্বতমালাকে নিম্নোক্ত চারিটি অংশে বিভক্ত করা হয়—পাঞ্জাব-হিমালয় (সিন্ধু হইতে শতদ্রু নদী পর্যন্ত), কুমায়ুন-হিমালয় (শতদ্রু হইতে কালি নদী পর্যন্ত), নেপাল-হিমালয় (কালি হইতে তিস্তা নদী পর্যন্ত) এবং আসাম-হিমালয় (বর্তমানে সিকিম- ও নেফা-হিমালয়, তিস্তা হইতে ব্রহ্মপুত্র পর্যন্ত)। আবার দৈর্ঘ্য বরাবর হিমালয় পর্বতমালাকে চারিটি বলয়ে বিভক্ত করা যায়—অব-হিমালয় বা সিবালিক বলয় (sub-Himalaya) ইহা ৬ হইতে ৩০ মাইল চওড়া এবং ৩000 ফুট পর্যন্ত উচ্চতাবিশিষ্ট দক্ষিণ সানুদেশের অসংলগ্ন পর্বত-শ্রেণী), নিম্ন হিমালয় (lower Himalaya) বলয় (৪০ হইতে ৫০ মাইল চওড়া এবং ৩000 হইতে ১৪,000 ফুট পর্যন্ত উচ্চতাবিশিষ্ট মূল হিমালয়ের দক্ষিণ ঢাল), উচ্চ হিমালয় (higher Himalaya) বলয় (হিমালয় পর্বতের জলবিভাজিকা অর্থাৎ ১৪,000 ফুটের ঊর্ধ্বে অবস্থিত উত্তুঙ্গ সর্বোচ্চ পর্বতশ্রেণী, এভারেষ্ট, কাঞ্চনজংঘা, গডউইন অষ্টিন ইত্যাদি) এবং তিব্বতীয় বা উত্তর হিমালয় (northern Himalaya) বলয় (প্রায় ২৫ মাইল চওড়া হিমালয়ের উত্তর ঢাল)। হিমালয়ের পার্বত্য অঞ্চলে প্রধান নদীগুলি হইল সিন্ধু, বিপাশা, বিতস্তা, শতদ্রু, ইরাবতী, চন্দ্রভাগা, সরস্বতী, গঙ্গা, যমুনা, রামগঙ্গা, কালি, কর্ণালী, গণ্ডক, কোশী, মহানন্দা, ব্রহ্মপুত্র, সুবনসিরি, তিস্তা, যমুনা, মেঘনা, সুরমা ইতাদি। বর্মীয় নদীগুলির মধ্যে ইরাওয়াদী, চিন্দুইন, সিতাং এবং সালউইন প্রধান। ভারতীয় উপদ্বীপের ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র নদীগুলির তুলনায় পার্বত্য অঞ্চলের তিনটি নদী—গঙ্গা, সিন্ধু, ব্রহ্মপুত্র প্রায় দৈত্যাকৃতি। পার্বত্য অংশে ইহারা অপেক্ষাকৃত বেশী খরস্রোতা, ইহাদের উপত্যকা সরু এবং গভীর। ভারতীয় উপদ্বীপের নদীগুলি কেবল বর্ষাকালে বৃষ্টির জলে পুষ্ট হয়, কিন্তু হিমালয়ের নদীগুলি বর্ষাকালে বৃষ্টিপুষ্ট এবং গ্রীষ্মকালে তুষার ও হিমবাহ দ্বারা পুষ্ট হয়। মানস সরোবর, রাক্ষস, সমদ্রোক, নৈনিতাল, সো-মোরারি, খেওয়ান তাল, উলার, ডাল ইত্যাদি হিমালয় অঞ্চলের কয়েকটি বিখ্যাত হ্রদ।

স্তরীয় প্রকৃতিতে হিমালয় পর্বত অঞ্চল খুবই বৈচিত্র্যপূর্ণ। ভারতীয় উপদ্বীপের সহিত ইহার বৈসাদৃশ্য অনেক। বেশ কিছু প্রাক্‌কেম্ব্রিয়ান শিলাস্তর এখানে রহিয়াছে, কিন্তু এই পর্বতের একটি প্রধান অংশ টেথিস মহীখাতে

অবক্ষিপ্ত প্রাক্‌কেম্ব্রিয়ান-উত্তর কালের জীবাশ্মবাহী, ভঙ্গিল, পাললিক শিলায় গঠিত। মাত্র নবজীবীয় কালে ইহা সমুদ্রতলের উপর পর্বতাকারে উত্থিত হইয়া স্থলরূপ লাভ করিয়াছে। সুতরাং উপদ্বীপ ভারতের তুলনায় ইহা নবীনতর। হিমালয় পর্বতাঞ্চলের আর-একটি বড় উপাদান হইল নবজীবীয়-কালের উদ্‌বেধী বৃহৎ বৃহৎ আগ্নেয় শিলাদেহ; এগুলি উচ্চ হিমালয় বলয়ে পর্বতের অক্ষাঞ্চলে অবস্থিত। ইহাছাড়া, জীবাশ্মহীন পুরাজীবীয় পাললিক শিলা (নিম্ন হিমালয়ে) এবং ঊর্ধ্ব নবজীবীয় মহাদেশীয় সিবালিক শিলা (অব-হিমালয় বলয়ে) হিমালয়ের কয়েকটি প্রধান অংশ গঠিত করিয়াছে। উপদ্বীপের তুলনায় হিমালয় অঞ্চলের ভূতত্ত্বীয় ইতিহাস অনেক সুসম্পূর্ণ এবং স্তরক্রমের মধ্যে ছেদ বা বিরতির মাত্রা অনেক কম। গোড়া হইতে শেষ পর্যন্ত ভূতত্ত্বীয় কালের প্রায় সকল সময়ের অবক্ষেপই হিমালয়ে দেখিতে পাওয়া যায়। হিমালয়ের উল্লিখিত চারিটি অনুদৈর্ঘ্য বলয়ের স্তর-পরিচয় নিম্নরূপ। অব-হিমালয় বলয় ঊর্ধ্ব টার্শারি সিবালিক গোষ্ঠীর দ্বারা গঠিত। নিম্ন হিমালয় গণ্ডোয়ানা, নিম্ন টার্শারি, প্রাচীন আর্কিয়ান ও উদ্‌বেধী আগ্নেয় শিলায় গঠিত। ঊর্ধ্ব হিমালয় উদ্‌বেধী টার্শারি গ্র্যানিট এবং অন্যান্য আগ্নেয় ও রূপান্তরিত শিলায় গঠিত। এবং উত্তর হিমালয় জীবাশ্ম-বাহী পাললিক শিলায় গঠিত।

ভূগাঠনিক বিচারে হিমালয় অঞ্চল ভূপৃষ্ঠের একটি অস্থিত গিরিজনি বলয়, টেথিস নামক মহীখাতে অবক্ষিপ্ত রাশি রাশি পলল পিষ্ট এবং উত্থিত হইয়া এই নবজীবীয় ভঙ্গিল পর্বত সৃষ্টি করিয়াছে। তাই উপদ্বীপ ভারতের ন্যায় ইহা সুস্থিত নহে, প্রায়ই এখানে ভূকম্পন অনুভূত হয়। হিমালয় অঞ্চলের গাঠনিক বৈচিত্র্য এবং বৈশিষ্ট্য প্রকৃতই আকর্ষণীয় এবং এই কারণে হিমালয়ের স্তরবিদ্যা অনেক জটিল। হিমালয়ের দীর্ঘ পরিসরের মধ্যে যে সকল গাঠনিক বৈশিষ্ট্য দেখা যায় তাহার মধ্যে সবচেয়ে বিখ্যাত হইল প্রধান কেন্দ্রীয় সংঘট্ট (main central thrust)। মোটামুটিভাবে এই সংঘট্ট নিম্ন-হিমালয়ের স্তরশ্রেণীকে উচ্চ হিমালয়ের স্তরশ্রেণী হইতে বিভক্ত করে।* বর্তমান ধারণায় উপদ্বীপ ভারতের উত্তরাংশ সিন্ধু-গাঙ্গেয় সমভূমির তলদেশে বিস্তৃত হইয়া হিমালয় অঞ্চলে প্রবিষ্ট হইয়াছে এবং নিম্ন-হিমালয়ের প্রধান অংশ গঠিত করিয়াছে। সম্ভবত, এই উপদ্বীপীয় শিলাবিস্তৃতির প্রান্তিক সীমায় প্রধান কেন্দ্রীয় সংঘট্ট অবস্থিত। ইহা বস্তুত উত্তরের মহীখাতীয় টেথিস স্তর এবং দক্ষিণের উপদ্বীপীয় স্তর এই দুয়ের মধ্যস্থ বিভেদতল। ইহার কিছুটা দক্ষিণে আর একটি বিখ্যাত গাঠনিক বিভাগ দেখিতে পাওয়া যায়, তাহার নাম প্রধান

---

* কোন কোন আধুনিক লেখক এই রেখাটিকে মিড-হিমালয়ান সিউচার (Mid-Himalayan Suture) নাম দিয়াছেন।

সীমারেখা চ্যুতি (main boundary fault)। দক্ষিণের ঊর্ধ্ব টার্শারি সিবালিক গোষ্ঠীকে উত্তরের নিম্ন টার্শারি ও প্রাক্‌-টার্শারি স্তর হইতে সাধারণত এই রেখা বিভক্ত করিয়াছে, সকল সময় অবশ্য এই চ্যুতিই যে সিবালিক বলয়ের উত্তরসীমা নির্দেশ করে তাহা নহে। ইহাছাড়া একাধিক বিখ্যাত চ্যুতি, সংঘট্ট, উদ্‌ঘট্ট এবং ন্যাপে (nappe) হিমালয় অঞ্চলে বর্তমান, যেমন মুরী সংঘট্ট, ক্রল সংঘট্ট, গিরি সংঘট্ট, চেল সংঘট্ট, যুটগ সংঘট্ট ইত্যাদি। এই সকল সংঘট্ট-উদ্‌ঘট্টের প্রভাবে হিমালয়ের বহু স্থানে স্তরক্রমের ব্যতিক্রম ঘটিয়াছে। কেহ যদি বাংলা দেশের গাঙ্গেয় সমভূমি হইতে উত্তরাভিমুখে হিমালয়ের দক্ষিণ ঢালে আরোহণ করেন তবে প্রথমে তিনি পাইবেন সিবালিক স্তর, তারপর গণ্ডোয়ানা স্তর, তারপর বক্সা শ্রেণী (? ঊর্ধ্ব পুরাজীবীয়) এবং তারপর আর্কিয়ান যুগের ডালিং ও দার্জিলিং শ্রেণী। এই ব্যতিক্রান্ত অনুক্রমের কারণ হইল তিন-চারটি সংঘট্টের প্রভাব। হিমালয় পর্বতের একটি উল্লেখযোগ্য গঠনবৈশিষ্ট্য হইল ইহার কুব্জ (arcuate) সংস্থান। ইহার উত্তরপ্রান্ত অবতল এবং দক্ষিণ প্রান্ত উত্তল। তাহার সম্ভাব্য কারণ হইল, প্রধানত উত্তর বা উত্তর-পূর্ব দিক হইতে আগত ভূশক্তির দ্বারা দক্ষিণের সুস্থিত উপদ্বীপ ভূখণ্ডের গাত্রে পিষ্ট পললস্তর হইতেই হিমালয়ের অভ্যুত্থান ঘটে। এই প্রসঙ্গে উল্লেখযোগ্য হিমালয়ের উত্তরে অবস্থিত একটি ভূগাঠনিক (geotectonic) রেখা। এই রেখা বা রৈখিক অঞ্চলের নাম সিন্ধু সিউচার (Indus suture)। ইহা সিন্ধু নদীর ও সাংপো নদীর উপত্যকার ঊর্ধ্বাংশ বরাবর মোটামুটিভাবে পূর্ব পশ্চিমে বিস্তৃত একটি অস্থিত বলয়। আধুনিক ধারণা অনুসারে ক্রীটেশাস যুগে উত্তরগামী ভারতীয় উপদ্বীপ ভূখণ্ডের সহিত এশীয় (তিব্বতীয়) ভূখণ্ডের সংঘর্ষ হইয়াছিল উপরোক্ত সিউচার রেখা বরাবর এবং তাহার ফলে শেষোক্ত ভূখণ্ডের নীচে প্রথমোক্তটির অধোঘট্ট (underthrusting) হয়।

(গ) **সিন্ধু-গাঙ্গেয় সমভূমি**—হিমালয়ের দক্ষিণে যে বিরাট সমতলভূমি পাঞ্জাব, রাজস্থান (আংশিক), উত্তরপ্রদেশ, উত্তরবিহার ও বাংলা দেশ (অবিভক্ত) প্রধানত এই কয়টি স্থানের উপর বিস্তৃত, তাহা সিন্ধু এবং গঙ্গা নদী ও তাহাদের শাখা-প্রশাখা দ্বারা পরিবাহিত পলিমাটিতে গঠিত। ইহার নাম সিন্ধু-গাঙ্গেয় সমভূমি। অপর দুইটি বিভাগের তুলনায় এই বিভাগটি অনেক নবীনতর ; কোয়াটারনারি যুগের বেলেপাথর, কাদাপাথর, পলিমাটি ইত্যাদির দ্বারা এই সমভূমির উপরিদেশ গঠিত।

এই সমভূমির উপর কোন পর্বত নাই। সিন্ধু, গঙ্গা, ব্রহ্মপুত্র ও তাহাদের শাখা-প্রশাখাই এই অঞ্চলের নদী। ইহারা মন্থরগতি, মুখে ব-দ্বীপ রচনা করিয়াছে। উপদ্বীপ ভারতে কোন কোন নদীর ব-দ্বীপ আছে

(যেমন, গোদাবরী)। তবে হিমালয় অঞ্চলে, বলা বাহুল্য, কোন ব-দ্বীপ নাই।

পূর্বেই বলা হইয়াছে হিমালয় ও দাক্ষিণাত্য এই দুয়ের মধ্যবর্তী অঞ্চলে (প্রকৃতপক্ষে ইহা উপদ্বীপ ভারতের উত্তরপ্রান্ত) ভূপৃষ্ঠ ভঙ্গের ফলে নমিত হইয়া একটি পূর্ব-পশ্চিমে বিস্তৃত লম্বা এবং সুগভীর বিরাট খাত (depression) সৃষ্টি করে। সম্ভবত দাক্ষিণাভিমুখী ভূশক্তি ভারতীয় উপদ্বীপের উত্তরপ্রান্তকে এইভাবে আনত করিয়া খাতসৃষ্টির সহায়তা করে। একটানা পলিমাটির আবরণ থাকার দরুণ এই সমভূমির কোন ভূতত্ত্বীয় বৈচিত্র্য নাই। তবে গভীর কূপ খনন করিয়া ইহার স্তরীয় প্রকৃতি অনেকটা জানা গিয়াছে। এই সিন্ধু-গাঙ্গেয় খাত স্থানে স্থানে প্রায় ২৫,000 ফুট পর্যন্ত গভীর। ইহার ভূমি (basement) উপদ্বীপের প্রাচীনতম শিলায় গঠিত। এই সুগভীর খাতটি সম্ভবত কেম্ব্রিয়ান হইতে সাম্প্রতিক কালের বিভিন্ন অবক্ষেপে পূর্ণ হইয়াছে। আড়াআড়িভাবে অর্থাৎ উত্তর দক্ষিণে বিস্তৃত কয়েকটি ভূগর্ভস্থ প্রাচীর ও চ্যুতির সাহায্যে এই খাতকে কয়েকটি অংশে বিভক্ত করা যায়। এই খাতের ভিতর খনিজ তৈলাদির মূল্যবান সঞ্চয় থাকিতে পারে। ভূগাঠনিক বিচারে এই সিন্ধু-গাঙ্গেয় অঞ্চল অস্থিত, ইহা প্রায়ই ভূকম্পনে আক্রান্ত হয়। দাক্ষিণাত্য ক্রেটনের উত্তর প্রান্তে অবস্থিত এই খাতকে 'ফোরডিপ' (foredeep) বলিয়া উল্লেখ করা হয়।

2'2 ভারতীয় প্রাক্‌কেম্ব্রিয়ান স্তরের পরিচয় (introduction to Indian Precambrians)

ভারতের প্রাচীনতম শিলাস্তর, যাহা কেম্ব্রিয়ান যুগের পূর্বে সৃষ্ট হইয়াছিল, ভারতীয় উপদ্বীপ ও হিমালয় উভয় অঞ্চলেই যথেষ্ট পরিমাণে উদ্‌ভিন্ন (exposed)। সাধারণভাবে দেখা যায় যে, এই প্রাক্‌কেম্ব্রিয়ান শিলাস্তরের দুইটি অংশ। একটি নিম্নাংশ, ইহা নাইস-সিষ্ট-অ্যাম্ফিবোলাইট ইত্যাদি উচ্চমাত্রায় রূপান্তরিত ও পুনঃকেলাসিত শিলায় গঠিত। অপরটি ঊর্ধ্বাংশ, ইহা অপরিবর্তিত বা অল্প-রূপান্তরিত জীবাশ্মহীন বেলেপাথর-সেল-চুনাপাথর ইত্যাদি শিলায় গঠিত। নিম্নস্তরটির নাম **আর্কিয়ান** (বা নিম্ন প্রাক্‌-কেম্ব্রিয়ান) গোষ্ঠী এবং ঊর্ধ্বস্তরটির নাম **পুরাণা** (বা ঊর্ধ্ব প্রাক্‌কেম্ব্রিয়ান) গোষ্ঠী। আর্কিয়ান নামটি জে, ডি, ডানার নির্বাচন (১৮৭২ খ্রীঃ) এবং পুরাণা নামটি টমাস হল্যাণ্ডের (১৯০৪ খ্রীঃ)। এই দুই স্তরের মধ্যে স্বভাবতঃই একটি বৃহৎ মানের বিরতি রহিয়াছে—উহাকে বলা হয় এপার্কিয়ান অসংগতি। আর্কিয়ান গোষ্ঠীর বিভিন্ন শ্রেণীর শিলা গিরিজনি, বিপর্যয়, ভাজ, চ্যুতি, রূপান্তর ইত্যাদি ভূতত্ত্বীয় প্রভাবে পরিবর্তিত হইয়া স্থলরূপ লাভ

করিলে পর তাহাদের উপর বৃষ্টি-বায়ু-নদী-সমুদ্রের ক্ষয়কার্যের দ্বারা একটি বন্ধুর তল বা অসংগতি সৃষ্টি হয় (এপ্যার্কিয়ান অসংগতি) এবং তাহার উপর পুরাণা যুগের পলল অবক্ষিপ্ত হয়। আর্কিয়ান যুগে ভূপৃষ্ঠে কোন প্রাণের চিহ্ন ছিল না বলিয়া বিশ্বাস, থাকিলেও তাহার প্রমাণ শিলান্তরের পরিবর্তন ও রূপান্তরের ফলে বিলুপ্ত হইয়াছে ; এইজন্য ইহাকে অজৈবিক (azoic) যুগ বলা হয়। পরবর্তী পুরাণা যুগের স্তরে জৈবিক উপস্থিতির অল্প-স্বল্প চিহ্ন মাঝে মাঝে দেখিতে পাওয়া যায়, যেমন স্ট্রোমাটোলাইট (stromatolites)। আর্কিয়ান যুগের প্রাচীনতম শিলার তেজষ্ক্রিয়তা লব্ধ বয়স ৩৬০ কোটি বর্ষেরও অধিক (পৃথিবীর বয়স আনুমানিক ৪৫০ কোটি বৎসর বলিয়া ধরা হয়)। পুরাণা যুগের বয়স আনুমানিক ২০০ কোটি বৎসরের কিছু অধিক। বৈজ্ঞানিকদের অনুমান ১৫০ হইতে ২০০ কোটি বৎসর পূর্বে ভূপৃষ্ঠে প্রাণের প্রথম আবির্ভাব হয়। তবে একথা উল্লেখযোগ্য যে, কঠিনাংশযুক্ত, সু-সংরক্ষিত জীবাশ্ম, যাহা স্তরবিদ্যায় তাৎপর্যপূর্ণ, সর্বপ্রথম পাওয়া যায় ৬০ কোটি বৎসরের প্রাচীন কেম্ব্রিয়ান স্তরের পাদদেশ হইতে।

ভারতবর্ষে আর্কিয়ান স্তরকে সাধারণত তিন পর্যায়ে উপ-বিভক্ত করা হয়। মধ্য পর্যায়টির নাম ধারওয়ার সিস্ট স্তর (Dharwar schists), নিম্ন পর্যায়টির নাম প্রাক্‌-ধারওয়ার নাইস স্তর (pre-Dharwar gneiss) এবং উচ্চ পর্যায়টির নাম পর-ধারওয়ার উদ্‌বেধী শিলান্তর (post-Dharwar intrusives)। এতদ্ব্যতীত, ইহাদের সহিত নিবিড়ভাবে সংশ্লিষ্ট অনেক আগ্নেয়শিলা রহিয়াছে যেগুলি নব প্রাক্‌কেম্ব্রিয়ান যুগে ইহাদের উদ্বিদ্ধ করিয়াছিল। উর্ধ্ব প্রাক্‌কেম্ব্রিয়ান স্তরকে প্রথমে দুইটি অংশে বিভক্ত করা হইত—নিম্নস্থ পুরাণা (বা কাড্ডাপা) গোষ্ঠী এবং ঊর্ধ্বস্থ বিন্ধ্য গোষ্ঠী। কিন্তু আধুনিক ধারণায় বিন্ধ্য গোষ্ঠী অংশত পুরাজীবীয়, সুতরাং ঊর্ধ্ব প্রাক্‌কেম্ব্রিয়ান বলিতে এখন পুরাণা (কাড্ডাপা) গোষ্ঠী এবং সমকালীন স্তরকে বুঝায়। উল্লিখিত আলোচনা হইতে প্রাক্‌কেম্ব্রিয়ান স্তরের নিম্নরূপ শ্রেণীবিভাগ লেখা যায়—

বিন্ধ্য গোষ্ঠী

—অসংগতি—

প্রাক্‌কেম্ব্রিয়ান স্তর:

- (২) পুরাণা (কাড্ডাপা) স্তর
  - —এপার্কিয়ান অসংগতি—
- (১) আর্কিয়ান স্তর:
  - (গ) পর-ধারওয়ার উদ্‌বেধী শিলাদল
  - —অসংগতি—
  - (খ) ধারওয়ার সিস্ট
  - —অসংগতি—
  - (ক) প্রাক্‌-ধারওয়ার নাইস

2·3 ভারতীয় প্রাক্‌কেম্ব্রিয়ান স্তরের সাধারণ প্রকৃতি ও বৈশিষ্ট্য (general characters of Indian Precambrians)

(ক) **আর্কিয়ান গোষ্ঠী**—ভারতে এবং বিদেশেও আর্কিয়ান স্তরের কতকগুলি সাধারণ বৈশিষ্ট্য আছে যাহা উল্লেখযোগ্য। (১) ইহারা ভূপৃষ্ঠের প্রাচীনতম শিলা, তেজস্ক্রিয়তার তথ্য হইতে তাহা প্রমাণিত হইয়াছে। (২) বয়সের প্রাচীনতার জন্য কোন আর্কিয়ান শিলারই প্রাথমিক রূপ অপরিবর্তিত নাই। প্রায় সকল শিলাই রূপান্তরিত। ইহার ফলে আর্কিয়ান স্তরের মধ্যে পাললিক শিলা খুব কমই পাওয়া যায়। প্রায় সকল আর্কিয়ান শিলারই মূল রাসায়নিক সংযুতি (composition) এবং শিলালক্ষণ (lithology) পরিবর্তিত হইয়া গিয়াছে। (৩) আর্কিয়ান শিলাস্তরগুলি বিপর্যয় এবং ভূ-আলোড়নের দ্বারা গুরুতরভাবে আক্রান্ত হইয়াছে। ভাঁজ, চ্যুতি, সংঘট্ট, উদ্‌ঘট্ট, ন্যাপে ইত্যাদি গাঠনিক বৈশিষ্ট্যের সমাবেশ আর্কিয়ান স্তরের মত আর কোন স্তরেই দেখা যায় না। ইহার ফলে আন্ত-স্তরীয় গাঠনিক সম্পর্ক বিলুপ্ত অথবা বিকৃত হইয়াছে। বহু স্থানেই আর্কিয়ান স্তরে ব্যতিক্রম (inversion) দেখা যায় এবং মূল অনুক্রম পুনরুদ্ধার করা অধিকাংশ ক্ষেত্রেই খুব কষ্টসাধ্য। (৪) আর্কিয়ান শিলাস্তর সাধারণত সর্বত্রই ক্ষুদ্র-বৃহৎ নানাপ্রকার আগ্নেয় শিলাদেহ দ্বারা উদ্বিদ্ধ হইয়াছে। উদ্‌বেধের পরিমাণ সময় সময় এত অধিক যে উদ্বিদ্ধ শিলা উহার মধ্যে গলিত ও গ্রস্ত হইয়া নিজস্ব সত্ত্বা হারাইয়াছে বা সংক্ষিপ্ত করিয়া ফেলিয়াছে। (৫) আর্কিয়ান শিলাস্তর জীবাশ্মহীন, এখনও কোন আর্কিয়ান স্তর হইতে জীবাশ্ম পাওয়া যায় নাই। ইহার দ্বিবিধ কারণ থাকিতে পারে। এক, আর্কিয়ান যুগে প্রাণ সৃষ্টি হয় নাই ; দুই, আর্কিয়ান শিলাস্তরে সংরক্ষিত জীবদেহাবশেষ রূপান্তরের ফলে বিনষ্ট হইয়াছে।

(খ) **পুরাণা গোষ্ঠী**—নব প্রাক্‌কেম্ব্রিয়ান যুগের স্তরকে ভারতীয় স্তরবিদ্যায় পুরাণা গোষ্ঠী নাম দেওয়া হইয়াছে। ইহার কতকগুলি উপাদানগত এবং গাঠনিক বৈশিষ্ট্য আছে যাহার দ্বারা ইহাকে সহজেই নিম্নস্থ আর্কিয়ান বা উপরস্থ পুরাজীবীয় স্তর হইতে পৃথক্ করা যায়। আর্কিয়ানের সহিত পুরাণার মূল পার্থক্য হইল যে প্রথমটি রূপান্তরিত ও পুনঃকেলাসিত শিলায় গঠিত কিন্তু দ্বিতীয়টি মোটামুটিভাবে অপরিবর্তিত বা অল্প-পরিবর্তিত পাললিক শিলায় গঠিত। ইহাছাড়া, পুরাণা স্তর যদিও স্থানে স্থানে ভাঁজ-চ্যুতির দ্বারা প্রভাবিত হইয়াছে বা অধিক পরিমাণে আনত (tilted) হইয়াছে তথাপি, আর্কিয়ান স্তরের মতো ইহা প্রবল গাঠনিক আন্দোলন অর্থাৎ গিরিজনি-বিপর্যয় ও সংঘট্ট-উদ্‌ঘট্টের দ্বারা আক্রান্ত হয় নাই। অপরদিকে, পুরাজীবীয় স্তরের (যেমন বিন্ধ্য গোষ্ঠী) তুলনায় পুরাণা গোষ্ঠীর চেহারা অনেক প্রাচীন। যদিও উভয়

স্তরই পাললিক শিলায় গঠিত, তথাপি পুরাজীবীয় স্তর পুরাণা স্তরের তুলনায় গাঠনিক বিকৃতি হইতে অপেক্ষাকৃত মুক্ত। পুরাণা স্তরের উপরস্থ পুরাজীবীয় স্তরগুলি অল্পনত এবং ভাঁজমুক্ত, ইহা একটি অন্যতম বৈষম্য। পুরাণা গোষ্ঠী অবশ্য কেবলমাত্র পাললিক শিলাতেই গঠিত নহে, এই কালের উদ্‌বেধী আগ্নেয় শিলা অনেক জায়গায় রহিয়াছে। এবং কিছু কিছু রূপান্তরিত শিলাও এই স্তরে পাওয়া যায়। যেমন, দিল্লী গোষ্ঠী।

2·4 ভারতীয় প্রাক্‌কেম্ব্রিয়ান স্তরের ভৌগোলিক বিন্যাস (geographic distribution of Indian Precambrians)

(ক) **আর্কিয়ান গোষ্ঠী**—উপদ্বীপ ভারতবর্ষের সর্বপ্রধান শিলাস্তর হইল আর্কিয়ান গোষ্ঠী (বিস্তৃতির দিক দিয়া)। উপদ্বীপের প্রায় দুই-তৃতীয়াংশ অঞ্চলে আর্কিয়ান শিলার উদ্‌ভেদ দেখা যায়। সিংহল, মাদ্রাজ, মহীশূর, কেরালা, গুজরাট, অন্ধ্র, মধ্যপ্রদেশ, উড়িষ্যা, রাজস্থান, বিহার ও আসাম এবং বাংলাদেশের অংশবিশেষের উপর এই আর্কিয়ান উদ্‌ভেদ দেখিতে পাওয়া যায়। **মহীশূর** অঞ্চলের ধারওয়ার গোষ্ঠী এবং সংশ্লিষ্ট নাইস ও গ্র্যানিট শিলাদল আর্কিয়ান স্তরভুক্ত। **অন্ধ্র** রাজ্যে আর্কিয়ান যুগের ধারওয়ার শিলা, নাইস, খণ্ডালাইট এবং আগ্নেয়শিলা রহিয়াছে। **মাদ্রাজের** প্রধান প্রধান আর্কিয়ান শিলা হইল চার্নকাইট, পেনিনসুলার নাইস, সিষ্ট, অ্যানর্থোসাইট, শিবমালাই-এর ক্ষারীয় শিলাদল এবং তিরুচিরাপল্লীর সিলিম্যানাইট-কর্ডিয়েরাইট-বাহী শিলা। **সিংহলের** প্রায় গোটা দ্বীপটিই আর্কিয়ান শিলায় গঠিত; বিজয়ন শ্রেণী (প্রধানত নাইস), হাইল্যাণ্ড শ্রেণী (গ্রাফাইট-বাহী খণ্ডালাইট শিলা ও চার্ণকাইট দল), ওয়ানি নাইস এবং উদ্‌বেধী টনিগালা গ্র্যানিট সিংহলের আর্কিয়ান স্তরের মধ্যে উল্লেখযোগ্য। **উড়িষ্যা** এবং **অন্ধ্রের** অন্তর্গত পূর্বঘাট পর্বতমালা আর্কিয়ান শিলায় গঠিত; নাইস, চার্ণকাইট, খণ্ডালাইট, কড়ুরাইট ইত্যাদি উচ্চ মাত্রার রূপান্তরিত শিলা এখানে রহিয়াছে। **মধ্যপ্রদেশের** প্রধান প্রধান আর্কিয়ান স্তর হইল জয়পুর ও বস্তার জেলার সুকমা শ্রেণী (সিষ্ট-নাইস), বেংপাল শ্রেণী (সিষ্ট-নাইস), বায়লাদিলা আয়রণ-ওর শ্রেণী এবং চার্ণকাইট, ডলেরাইট, গ্র্যানিট ইত্যাদি আগ্নেয় শিলা; সম্বলপুর জেলার সোনাখান স্তর, বিলাসপুর ও বালাঘাট জেলার সোনাওয়ানি শ্রেণী, নাগপুর ও ভাণ্ডারা (এই দুটি জেলা এখন মহারাষ্ট্রের অন্তর্গত) জেলার সকোলি শ্রেণী, নাগপুর ও ছিন্দোয়ারা জেলার সসার শ্রেণী (ম্যাঙ্গানিজ-বাহী) ইত্যাদি মধ্যপ্রদেশের আর্কিয়ান স্তরের অন্তর্ভুক্ত। **গুজরাটের** চম্পানর শ্রেণী, (ম্যাঙ্গানিজ-বাহী) আর্কিয়ান গোষ্ঠীভুক্ত। **রাজস্থানের** আর্কিয়ান গোষ্ঠীর মধ্যে তিনটি প্রধান স্তর আছে—ব্যাণ্ডেড নাইস, আরাবল্লী গোষ্ঠী এবং রায়ালো

শ্রেণী। **বিহারের** প্রধান প্রধান আঁকিয়ান স্তর হইল সিংভূম জেলার ওলডার মেটামর্ফিক্স, আয়রণ-ওর শ্রেণী এবং উদ্‌বেধী আগ্নেয় শিলা। **উড়িষ্যায়** গাংপুর বা সুন্দরগড় জেলার গাংপুর শ্রেণী (ইহার মধ্যে আছে গণ্ডাইট শিলা) ও আয়রণ-ওর শ্রেণী এবং কোরাপুটের ক্ষারীয় শিলাদল উল্লেখযোগ্য। **পশ্চিমবঙ্গের** মেদিনীপুর জেলার কিছু নাইস ও সিষ্ট স্তর এবং বাঁকুড়া জেলার অ্যানর্থোসাইট শিলাদল আঁকিয়ান গোষ্ঠীভুক্ত। **আসামে** মালভূমি অঞ্চলের গারো, খাসি, জয়ন্তিয়া পর্বতে এবং অদূরবর্তী মিকির পর্বতে আঁকিয়ান স্তরের উদ্‌ভেদ দেখা যায়। এখানে প্রাচীনতম স্তরটির অধিকাংশই নাইস ; পরবর্তী স্তর শিলং শ্রেণী প্রধানত সিষ্ট শিলায় গঠিত এবং উদ্‌বেধী দলের মধ্যে উল্লেখযোগ্য হইল খাসি গ্রীনষ্টোন ও মিলিম গ্র্যানিট।

হিমালয়ের পার্বত্য অঞ্চলের সমগ্র দৈর্ঘ্য ব্যাপিয়া আঁকিয়ান স্তরগোষ্ঠীর অনেক উদ্‌ভেদ আছে। কিন্তু ইহাদের অল্পাংশই ভালভাবে সমীক্ষা করা হইয়াছে। হিমালয় অঞ্চলে আঁকিয়ান স্তর অনুশীলনের প্রধান অন্তরায় হইল বহুস্থানই দুর্গম বা অগম্য। দ্বিতীয়ত, আঁকিয়ান ও ঊর্ধ্ব প্রাক্‌কেম্ব্রিয়ান এই দুই স্তরের মধ্যে সীমারেখা অধিকাংশ সময়েই নির্ণয় করা যায় না। **পশ্চিম-হিমালয়ে** কাশ্মীর, গিলগিট, বাল্‌তিস্তান, লাডাক ও জন্‌স্‌করে, প্রাক্‌কেম্ব্রিয়ান শিলাস্তর দেখা যায় ; কাশ্মীর ও হাজারা অঞ্চলের শল্‌খলা শ্রেণী (নাইস, সিষ্ট, স্লেট ইত্যাদি) এবং সংশ্লিষ্ট নাইসশ্রেণী আঁকিয়ান যুগের শিলা। ইহার সহিত অনেক উদ্‌বেধী আগ্নেয় শিলাও সংশ্লিষ্ট আছে। হিমালয়ের কেন্দ্রীয় নাইস অবশ্য বিভিন্ন বয়সের উদ্‌বেধী শিলার সমষ্টি (ইহার মধ্যে অনেক টার্শারি গ্র্যানিট আছে)। **কুমায়ুন হিমালয়ে** (ও স্পিটি উপত্যকায়) বৈকৃত গোষ্ঠীকে পূর্বে আঁকিয়ান স্তর বলিয়া গণ্য করা হইত কিন্তু, বর্তমানে ইহা রূপান্তরিত কেম্ব্রিয়ান বা নব প্রাক্‌কেম্ব্রিয়ান শিলাস্তর বলিয়া প্রমাণিত হইয়াছে। অতএব এই অঞ্চলের সম্ভাব্য প্রাক্‌কেম্ব্রিয়ান শিলা বলিতে স্পিটি ও কুলু উপত্যকাদ্বয়ের মধ্যবর্তী হিমালয় পর্বতের উত্তর ঢালে উদ্‌ভিন্ন হৈমন্ত গোষ্ঠীর নিম্নতম স্তরটিকে বুঝায় ; ইহা সম্ভবত নব প্রাক্‌কেম্ব্রিয়ান যুগের। সিমলা ও গাঢ়োয়াল এলাকার (কুমায়ুন হিমালয়) নিম্ন হিমালয় অঞ্চলে যুটগ শ্রেণী (সিষ্ট ও অন্যান্য রূপান্তরিত শিলা) এবং অপেক্ষাকৃত নবীন চেল শ্রেণী (স্লেট, কোয়ার্টজাইট ইত্যাদি) আঁকিয়ান গোষ্ঠীর অন্তর্ভুক্ত। যুটগ শ্রেণীর সহিত কাশ্মীরের শল্‌খলা শ্রেণী তুলনীয়, উহারা সম্ভবত সমকালীন (ডি. এন. ওয়াডিয়ার মতে)। **নেপাল ও সিকিম হিমালয়ে** আঁকিয়ান গোষ্ঠীর শিলাস্তর হইল ডালিং শ্রেণী (সিষ্ট-প্রধান) ও দার্জিলিং শ্রেণী (নাইস-প্রধান)। সম্ভবত দার্জিলিং শ্রেণী ডালিং শ্রেণীর রূপান্তরিত ঊর্ধ্বাংশ (জে. বি. অডেনের মতে)। ডালিং শ্রেণীর সহিত শল্‌খলা শ্রেণী তুলনীয়।

আসাম হিমালয়ের অন্তর্গত ভূটান ও উহার পূর্বাঞ্চলে (যেমন, মিসমী পাহাড়) নাইস ও সিস্ট শিলার উদ্‌ভেদ আছে এবং সেগুলি ডালিং-দার্জিলিং শ্রেণীভুক্ত বলিয়া বিশ্বাস।

(খ) **পুরাণা গোষ্ঠী**—ভারতবর্ষে ঊর্ধ্ব প্রাক্‌কেম্ব্রিয়ান স্তরকে পুরাণা গোষ্ঠী বলা হয়। অন্যত্র কোথাও কোথাও এই স্তরকে অ্যালগংকিয়ান আখ্যা দেওয়া হইয়াছে। ভারতীয় পুরাণা গোষ্ঠীর আদর্শ ভূমি (type area) হইল অন্ধ্র রাজ্যের **কাড্ডাপা জেলা**। এখানে কয়েক সহস্র ফুট গভীর একটি ঊর্ধ্ব প্রাক্‌কেম্ব্রিয়ান পললস্তরের অনুক্রম কাড্ডাপা গোষ্ঠী নামে পরিচিত। ইহাই ভারতীয় পুরাণা গোষ্ঠীর আদর্শস্বরূপ বলিয়া পুরাণা গোষ্ঠীকে অনেক সময় কাড্ডাপা গোষ্ঠী বলিয়া অভিহিত করা হয়। ভারতীয় উপদ্বীপের অন্যান্য অনেক স্থানে পুরাণা উদ্‌ভেদ দেখা যায়। **দক্ষিণ মহারাষ্ট্রের** কালাড্‌গি শ্রেণী (প্রধানত জীবাশ্মহীন পাললিক স্তর) অসংগতভাবে আর্কিয়ান নাইসের উপর অধিশয়িত (overlying), ইহাকে পুরাণা স্তর বলিয়া ধরা হয়। **গোদাবরী উপত্যকার** পাখাল শ্রেণীও অধিকাংশ ভূবিদের মতে পুরাণা গোষ্ঠীর অন্তর্ভুক্ত। **প্রাণহিতা উপত্যকার** পেনগঙ্গা স্তর, **বুন্দেলখণ্ডের** বিজাওয়ার শ্রেণী এবং মতান্তরে **গোয়ালিয়রের** নিকটবর্তী গোয়ালিয়র শ্রেণী (কেহ কেহ ইহাকে আর্কিয়ান গণ্য করেন), **রাজস্থানের** দিল্লী গোষ্ঠী এবং উদ্‌বেধী এরিনপুরা গ্র্যানিট এগুলি সবই পুরাণা গোষ্ঠীভুক্ত।

হিমালয়ের পার্বত্য অঞ্চলে পুরাণা যুগের যেসব শিলাস্তর রহিয়াছে তাহাদের মধ্যে উল্লেখযোগ্য হইল **কাশ্মীরের** ডোগরা স্লেট স্তর, **পাঞ্জাব ও উত্তর-পশ্চিম সীমান্ত প্রদেশের** অ্যাটক স্লেট স্তর, **হাজারা** অঞ্চলের হাজারা স্লেট স্তর, **সিমলার** সিমলা স্লেট স্তর ও চেল শ্রেণী, **কুমায়ুনের** মার্তোলি শ্রেণী, **গাড়োয়াল ও চক্রতা** এলাকার চাঁদপুর শ্রেণী, **স্পিটির** (কুমায়ুন হিমালয়) হৈমন্ত গোষ্ঠীর নিম্নাংশ এবং ভূটান ও পূর্ব হিমালয়ের কিছু সম্ভাব্য স্তর।

2·5 রাজস্থানের প্রাক্‌কেম্ব্রিয়ান শিলাস্তর (Precambrian strata of Rajasthan)

(ক) **পরিচয়**—রাজস্থান অঞ্চলে কয়েকটি প্রাক্‌কেম্ব্রিয়ান শিলাদল দেখিতে পাওয়া যায়। ইহারা হইল :—(১) ব্যাণ্ডেড নাইস (Banded Gneiss) ও বুন্দেলখণ্ড গ্র্যানিট (Bundelkhand Granite), (২) আরাবল্লী গোষ্ঠী (Aravalli System), (৩) রায়ালো (Raialo Series) শ্রেণী, (৪) দিল্লী গোষ্ঠী (Delhi System) এবং (৫) মালানি আগ্নেয় শিলা (Malani igneous suite)। প্রথম তিনটি সাধারণত আর্কিয়ান গোষ্ঠীভুক্ত, চতুর্থটি পুরাণা গোষ্ঠীভুক্ত এবং পঞ্চমটি পুরাণা বা

কেম্ব্রিয়ান গোষ্ঠীভুক্ত বলিয়া মনে করা হয়। এই অঞ্চলের মুখ্য ভূতত্ত্বীয় বৈশিষ্ট্য হইল আরাবল্লী পর্বতমালা। উল্লিখিত শিলাদলগুলি দ্বারা এই ভাঙ্গল পর্বত গঠিত। প্রাক্‌কেম্ব্রিয়ান যুগে এই পর্বত প্রথম সৃষ্ট হয়, পরবর্তী পুরাজীবীয় যুগে ইহা পুনরায় ভাঁজপ্রাপ্ত হয় এবং মধ্যজীবীয় যুগে ইহা আরও কিছুটা উত্থিত ও চ্যুতিগ্রস্ত হয়। উত্তর-পূর্বে দিল্লী হইতে দক্ষিণ-পশ্চিমে ক্যাম্বে উপসাগর পর্যন্ত এই পর্বতশ্রেণী বিস্তৃত। এই দিক-বিস্তৃতিই হইল গঠনকারী শিলাদলগুলির আয়ামের অভিমুখ। শুষ্ক আবহাওয়ার জন্য আরাবল্লী অঞ্চলের শিলা উদ্‌ভেদগুলি প্রায় সম্পূর্ণ অনাবৃত। তবে ভঙ্গের আধিক্য, অন্যান্য গাঠনিক জটিলতা, শিলার প্রবল রূপান্তর ইত্যাদি কারণের জন্য এই অঞ্চলের প্রাক্‌কেম্ব্রিয়ান স্তরবিদ্যা বেশ জটিল রূপ লাভ করিয়াছে। গাঠনিক বিচারে আরাবল্লী পর্বত একটি বিরাটকায় অধোভঙ্গ (syncline) অথবা অধোভঙ্গধারা (synclinorium)। ইহার কেন্দ্রে রহিয়াছে নবীনতম স্তর দিল্লী গোষ্ঠী এবং প্রান্তের দিকে ক্রমে ক্রমে পাওয়া যায় রায়ালো শ্রেণী, আরাবল্লী গোষ্ঠী এবং ব্যাণ্ডেড নাইস। দিল্লী গোষ্ঠী অপেক্ষাও নবীন হইল মালানি লাভা, উহা যোধপুরের নিকট ভালোভাবে দেখিতে পাওয়া যায়। আরাবল্লীর পূর্বদিকে ইহার সহিত প্রায় সমান্তরালভাবে বিস্তৃত বৃহৎ সীমারেখা চ্যুতি (great boundary fault) পূর্বস্থ বিন্ধ্য স্তরগোষ্ঠীকে পৃথক্ করিয়াছে।

(খ) **অনুক্রম**—রাজস্থানের প্রাক্‌কেম্ব্রিয়ান স্তরক্রম নিম্নে লিপিবদ্ধ করা হইল ঃ—

(৫) মালানি লাভা ও উদ্‌বেধী শিলা

—অসংগতি—

(৪) দিল্লী গোষ্ঠী

—অসংগতি—

(৩) রায়ালো শ্রেণী

—অসংগতি—

(২) আরাবল্লী গোষ্ঠী

—অসংগতি—

(১) ব্যাণ্ডেড (ডোরাকাটা) নাইসদল ও বুন্দেলখণ্ড গ্র্যানিট

(গ) **বর্ণনা এবং ভূতত্ত্বীয় বয়স ঃ—**

(১) ব্যাণ্ডেড (ডোরাকাটা) নাইসদল ও বুন্দেলখণ্ড গ্র্যানিট—এই দুইটি অনেকের মতে সমকালীন অর্থাৎ একই ভূতত্ত্বীয় বয়সের। কিন্তু উহাদের সংযোগস্থল মাটি এবং অন্যান্য শিলায় আবৃত বলিয়া উহাদের পারস্পরিক সম্পর্ক নিশ্চিতরূপে জানা যায় নাই। তবে এ, এম, হেরণের (১৯৩৫, ১৯৫৩) মতে ইহারাই রাজস্থানের প্রাচীনতম প্রাক্‌কেম্ব্রিয়ান শিলা। ইহাদের শীর্ষদেশে

পরবর্তী স্তর আরাবল্লী গোষ্ঠীর সংযোগস্থলে একটি সুস্পষ্ট ক্ষয়জাত অসংগতি হইতে এই বয়স প্রমাণিত হয়। তবে মতান্তরে (ক্রুকশ্যাংক, এন. এল. শর্ম্মা), ব্যাণ্ডেড নাইস আরাবল্লী গোষ্ঠীর পরিবর্তিত রূপ অর্থাৎ উহার সহিত সমকালীন।

প্রধানত পর্যায়ক্রমিক বায়োটাইট-নাইস-স্তর ও গ্র্যানিট দ্বারা ব্যাণ্ডেড নাইস দল গঠিত ; ইহার মধ্যে কিছু কিছু সিস্টের স্তরও আছে। ইহা ছাড়া আছে পেগমাটাইট ও অ্যাপ্‌লাইটের অনেক শিরা (veins)। কোথাও কোথাও গার্ণেট-গ্রানুলাইটও পাওয়া যায়। ব্যাণ্ডেড নাইস দলের উদ্‌ভেদ মেওয়ারের সকল অংশে, আজমীঢ়ে এবং অন্য কয়েক জায়গায় দেখিতে পাওয়া যায়।

বুন্দেলখণ্ড গ্র্যানিটের প্রধান উদ্‌ভেদ দুইটি ; একটি বুন্দেলখণ্ডে ও অপরটি রাজস্থানে। উভয়ের ব্যবধান প্রায় ২৫০ মাইল, তথাপি ইহারা সমকালীন বলিয়া অনুমান করা হয়। বুন্দেলখণ্ড গ্র্যানিটের শিলাপ্রকৃতির মধ্যে তারতম্য দেখা যায়। ইহার আদর্শ নমুনার বর্ণনায় বলা হইয়াছে ইহা একটি ফিকে লাল, মাঝারী দানাযুক্ত অপত্রিত (non-foliated), অ-প্রকেলাসী (non-porphyritic) গ্র্যানিট যাহার প্রধান মণিক উপাদান হইল কোয়ার্টজ, অর্থোক্লেজ, অল্প মাইক্রোক্লিন এবং অল্প লৌহ-ম্যাগনেসিয় মণিক। প্রায় সর্বত্রই এই গ্র্যানিট দলের মধ্যে উদ্‌বেধী ডলেরাইট ডাইক, কোয়ার্টজ রীফ ও অ্যাপ্‌লাইট শিরা দেখিতে পাওয়া যায়।

(২) আরাবল্লী গোষ্ঠী—ইহা কয়েক সহস্র ফুট গভীর প্রধানত মৃন্ময় (argillaceous) উপাদানে গঠিত একটি অন্যতম আর্কিয়ান স্তর। আরাবল্লী অধোভঙ্গের নিম্নাংশ আরাবল্লী স্তরে গঠিত। ইহার অধিকাংশই রূপান্তরিত শিলা। একেবারে পূর্ব সীমায় বৃহৎ সীমারেখা চ্যুতির পূর্বদিকে আরাবল্লী গোষ্ঠীর অরূপান্তরিত রূপ (বিনোতা সেল) দেখিতে পাওয়া যায়। পশ্চিমের দিকে রূপান্তরের মাত্রা ক্রমেই (grade of metamorphism) বাড়িতে থাকে। আরাবল্লীর অভ্যন্তরস্থ জটিল ভাঁজের মধ্যে ইহা সর্বোচ্চ। আরাবল্লী গোষ্ঠীর নিম্ন সীমায় ব্যাণ্ডেড নাইসের শীর্ষস্থ অসংগতি। এই গোষ্ঠীর একেবারে নিম্নাংশে আছে গ্রীট ও কোয়ার্টজাইট শিলা, তদূর্ধ্বে সেল, ফিলাইট ও পরিবর্তিত ক্ষারীয় আগ্নেয়গিরিজাত শিলা, অবিশুদ্ধ চুনাপাথর এবং, সর্বোচ্চ স্তরে আছে কোয়ার্টজাইট শিলা (রনথমভোর কোয়ার্টজাইট)। আরাবল্লী গোষ্ঠীর অধিকাংশ স্তরই পরতে পরতে গ্র্যানিট ম্যাগমার অনুপ্রবেশের ফলে সিস্ট ও নাইসে রূপান্তরিত হইয়াছে। আরাবল্লী গোষ্ঠীর মধ্যে অনেক প্রকার উদ্‌বেধী শিলা দেখিতে পাওয়া যায়। রনথমভোর এবং গোয়ালিয়রের নিকটে বহু ক্ষারীয় সিল (sill) আছে। কিষেণগড়ের

নিকট পাওয়া যায় সোডা-সায়ানাইট, উদয়পুরের নিকট মিহি দানার অ্যাপ্‌লাইট ইত্যাদি। আরাবল্লী পর্বতের নিকট হিন্দাউন নামক স্থানে আরাবল্লী স্তরের মধ্যে ব্যাণ্ডেড চার্ট-জ্যাস্পার ও লৌহসমৃদ্ধ শিলা দেখা যায়। গোয়ালিয়রের নিকটবর্তী গোয়ালিয়র গোষ্ঠীকে কেহ কেহ আরাবল্লী স্তরভুক্ত মনে করেন।

(৩) রায়ালো শ্রেণী—আরাবল্লী গোষ্ঠীর শীর্ষস্থ অসংগতির উপর রায়ালো শ্রেণী অবস্থিত। ইহার ঊর্ধ্ব সীমায় আর একটি অসংগতি আছে এবং দিল্লী গোষ্ঠী ঐ অসংগতির উপর অবস্থিত। প্রায় ২০০০ ফুট গভীর এই রায়ালো স্তরকে, প্রাক্‌কেম্ব্রিয়ান স্তরক্রমে যে এপার্কিয়ান বিরতি আছে তাহার সহিত সমকালীন বলিয়া মনে করা হয়। রায়ালোর আদর্শভূমি হইল আলোয়ার-জয়পুর অঞ্চলে; বিশেষত রায়ালো নামক স্থানের আশেপাশে। ইহা ছাড়া আরাবল্লী অধোভঙ্গের উত্তর-পশ্চিম বাহুতে আজমীঢ়-মেওয়ার অঞ্চলে, উহার দক্ষিণ-পূর্ব বাহুতে উদয়পুর ও পার্শ্ববর্তী অঞ্চলে এবং ভগবানপুরা নামক স্থানে (চুনাপাথর). রায়ালো স্তরের কয়েকটি প্রধান উদ্‌ভেদ আছে। রায়ালো শ্রেণীর শিলালক্ষণ হইল (lithology) মূলত চুনাপাথর (কোথাও কোথাও রূপান্তরিত); ইহার সহিত তলদেশে বেলেপাথর ও কংগ্লোমারেটের কিছু পাতলা স্তরও আছে। ইতিহাস প্রসিদ্ধ মকরানা মার্বেল প্রস্তর রাজস্থানের মকরানা নামক স্থানে উদ্ভিন্ন রায়ালো শ্রেণীর শিলা। রায়ালো শ্রেণীর মধ্যে আগ্নেয় উদ্‌বেধের পরিমাণ অপেক্ষাকৃত কম। ইহার মধ্যে শিলার রূপান্তর প্রধানত ভঙ্গের জন্যই ঘটিয়াছিল।

(৪) দিল্লী গোষ্ঠী—রায়ালো শ্রেণীর উপর অসংগতভাবে অবস্থিত প্রায় কুড়ি সহস্র ফুট গভীর এই দিল্লী গোষ্ঠীর স্তর আরাবল্লী অধোভঙ্গের (ইহাকে দিল্লী অধোভঙ্গও বলা হয়) কেন্দ্রে অবস্থিত। ভঙ্গের অক্ষ বরাবর একটি উঃ পূঃ হইতে দঃ পঃ বিস্তৃত, লম্বা, উভাবতল (bi-concave) উদ্‌ভেদের মধ্যে দিল্লী গোষ্ঠী বিস্তৃত। অবশ্য উত্তর-পূর্ব অভিমুখে দিল্লীর দিকে ইহার কয়েকটি অসংলগ্ন উদ্‌ভেদও রহিয়াছে। উত্তর-পূর্বে আলোয়ারের নিকট দিল্লী গোষ্ঠী অপেক্ষাকৃত অল্প-রূপান্তরিত শিলায় গঠিত। তবে এখানে দিল্লী গোষ্ঠীর পূর্ণতম স্তরক্রম দেখিতে পাওয়া যায়। এই অনুক্রমটি নিম্নরূপ :—

দিল্লী গোষ্ঠী {
(৪) আজবগড় শ্রেণী (সেল-ফিলাইট-চুনাপাথর-কোয়ার্টজাইট)
(৩) হর্ণস্টোন ব্রেক্সিয়া (মিহি দানার স্তর, কোয়ার্টজ-যুক্ত)
(২) কুশলগড় চুনাপাথর (ডলোমাইট-সমৃদ্ধ)
(১) আলোয়ার শ্রেণী (গ্রিট, কংগ্লোমারেট, কোয়ার্টজাইট এবং লৌহ ও তাম্র আকরিক)

আলোয়ার হইতে দক্ষিণ-পশ্চিমে আরাবল্লীর প্রধান ভঙ্গিল অঞ্চলে দিল্লী স্তর অনেক বেশী পরিমাণে রূপান্তরিত হইয়াছে। কুশলগড় এবং হর্ণস্টোন স্তর-দুইটি এই অঞ্চলে দেখিতে পাওয়া যায় না। ভগবানপুরা চুনাপাথরের উপর অসংগতভাবে শয়িত সাওয়া গ্রীট, এবং বিন্ধ্যস্তর বা ডেকান ট্র্যাপের তলদেশে অসংগতভাবে শয়িত জিরাণ বেলেপাথর সম্ভবত দিল্লী গোষ্ঠীর অন্তর্ভুক্ত। দিল্লী গোষ্ঠী এরিনপুরা গ্র্যানিট দ্বারা উদ্বিদ্ধ হইয়াছে। ঐ গ্র্যানিট দেহটির দুইটি প্রকারভেদ দেখিতে পাওয়া যায়—একটি পাতলা স্তরের ন্যায়, অপরটি অনিয়তাকার ত্রিমাত্রিক দেহের মতো।

(৫) মালানি আগ্নেয় শিলা—মালানি আগ্নেয় শিলার দুইটি রূপ—একটি রায়োলাইট লাভাস্তর, অপরটি গ্র্যানিট (ইদার-জেলোর-সিয়ানা দল)। রায়োলাইট লাভা এবং গ্র্যানিট একই আগ্নেয়ক্রিয়ার বিভিন্ন অংশ বলিয়া বিশ্বাস। লাভাটি প্রধানত যোধপুর ও সন্নিহিত অঞ্চলে একটি বড় এলাকার উপর বিস্তৃত। শিলাপ্রকৃতিতে ইহা একটি লালচে, কোয়ার্টজ ও ফেল্‌স্‌পারের প্রকেলাসযুক্ত, মিহি দানার, সাধারণত আম্লিক, আগ্নেয়গিরিজাত লাভা। সল্ট রেঞ্জ (বা লবণ) পর্বতের তালচির গণ্ডশিলাস্তরে এই লাভার টুকরা দেখা যায়, সুতরাং ইহা পুরা-পার্মিয়ান অপেক্ষা অনেক প্রাচীন। এই লাভা বিন্ধ্য গোষ্ঠীর নিম্নস্তরের উপর শয়িত, অতএব ঐ স্তর অপেক্ষা ইহা নবীন। অনেকে বলেন মালানি লাভা পুরা-বিন্ধ্যযুগের উদ্‌গিরণ।

রাজস্থান অঞ্চলে যে-সকল আগ্নেয় শিলাদেহ দেখিতে পাওয়া যায় তাহাদের বয়স সম্প্রতি এন, এল, শর্মা আলোচনা করিয়াছেন (১৯৫৩)। তিনটি গ্র্যানিট উদ্‌বেধের যুগ এখানে দেখা যায়—প্রথমটি বুন্দেলখণ্ড গ্র্যানিট, ইহার বয়স প্রাক্-আরাবল্লী (pre-Aravalli), মতান্তরে পর-আরাবল্লী (post-Aravalli), এবং প্রাক্-দিল্লী (pre-Delhi); দ্বিতীয়টি পর-দিল্লী এবং প্রাক্-বিন্ধ্য কালের এরিনপুরা গ্র্যানিট; এবং তৃতীয়টি হইল মালানি দলের পুরা-বিন্ধ্য বয়সের জেলোর-সিয়ানা-ইদার (Jalor-Siwana-Idar)। তিনটি ক্ষারীয় উদ্‌বেধের ধারণাও এই সঙ্গে উল্লিখিত হইয়াছে—প্রথমটি পর-আরাবল্লী যুগের উদ্‌বেধ, পরে ইহা পাইরক্সিন গ্র্যানুলাইট, এপিডায়োরাইট ও সিস্টে পরিণত হইয়াছে; দ্বিতীয়টি অপেক্ষাকৃত নবীন, প্রাক্-এরিনপুরা কালের মেটা-গ্যাব্রো ও মেটা-ডলেরাইট; তৃতীয়টি পর-এরিনপুরা কালের অলিভিন-ডলেরাইট ও বেসল্ট।

2·6 মহীশূরের প্রাক্‌কেম্ব্রিয়ান স্তর (Precambrians of Mysore)

(ক) পরিচয়—ধারওয়ার গোষ্ঠীর আদর্শ ভূমি হইল দক্ষিণ ভারতের মহীশূর রাজ্য। পূর্বে ভারতীয় আর্কিয়ানের যে শ্রেণীবিভাগ বর্ণিত হইয়াছে

তাহার মধ্যে তিনটি স্তর আছে। দ্বিতীয়টি, অর্থাৎ ধারওয়ার সিস্ট গোষ্ঠী এবং তৃতীয়টি, অর্থাৎ পর-ধারওয়ার উদ্‌বেধী শিলাদল মহীশূরে বর্তমান। অধুনালব্ধ তেজস্ক্রিয়ামিতিক তথ্যের ভিত্তিতে বলা হইয়াছে যে প্রথম স্তর অর্থাৎ প্রাক্-ধারওয়ার ভূমিস্তরও (basement) মহীশূরের অঞ্চলবিশেষে বর্তমান আছে। পর-আর্কিয়ান এবং নব প্রাক্‌কেম্ব্রিয়ান যুগের কিছু অগভীর ক্ষারীয় উদ্‌বেধও মহীশূরের প্রাক্‌কেম্ব্রিয়ান স্তরের অন্তর্ভুক্ত। প্রাক্‌কেম্ব্রিয়ান শিলা উদ্‌বেধের মধ্যে যাহা সহজেই দৃষ্টি আকর্ষণ করে তাহা হইল একাধিক প্রায় উত্তর-দক্ষিণ-গামী সরু সরু সিস্টের লম্বা বলয় এবং তাহার চতুষ্পার্শে নাইস এবং গ্র্যানিট-জাতীয় শিলার বিরাট বিস্তৃতি। সিস্টের স্তরগুলি প্রকৃতপক্ষে ভাঁজপ্রাপ্ত এবং উহারা অধোভঙ্গের নিম্নাংশ বলিয়া অনেকটা অক্ষত অবস্থায় নাইস স্তরের মধ্যে সংরক্ষিত রহিয়াছে। উহাদের পূরক ঊর্ধ্বভঙ্গগুলি সবই ক্ষয়ের ফলে নিশ্চিহ্ন। ধারওয়ার সিস্ট স্তর যে ভঙ্গের দ্বারা প্রভাবিত হইয়াছে তাহার অক্ষ মোটামুটিভাবে উত্তর-দক্ষিণ, কখনও কখনও কিছু এদিকে বা ওদিকেও দেখা যায়। এই অক্ষরেখা আবার উত্তরের দিকে আনত (plunging to the north), ইহার ফলে সমগ্র ভঙ্গিল সিস্ট স্তরটি উত্তরপ্রান্তে ভূগর্ভস্থ হইয়াছে এবং দক্ষিণপ্রান্তে উত্তোলিত হইয়াছে। এই কারণে যে কোন নির্দিষ্ট স্তরকে উত্তর হইতে দক্ষিণে অনুসরণ করিলে দেখা যায় যে উহার মধ্যে রূপান্তরের মাত্রা ক্রমশঃই বৃদ্ধি পাইতেছে। ধাওয়ার গোষ্ঠী যে উত্তর হইতে দক্ষিণের দিকে ক্রমশ অধিকমাত্রায় রূপান্তরিত তাহার প্রমাণস্বরূপ বলা যায় যে সাধারণ লৌহ-সমৃদ্ধ কোয়ার্টজাইটের একটি স্তরকে দক্ষিণাভিমুখে অনুসরণ করিলে প্রথমে তাহাকে ডোরাকাটা হেমাটাইট-কোয়ার্টজাইটে এবং পরে (অর্থাৎ আরও দক্ষিণে) ম্যাগনেটাইট কোয়ার্টজাইট শিলায় রূপান্তরিত হইতে দেখা যায়। ধারওয়ার সিস্টপ্রধান অধোভঙ্গগুলির অক্ষরেখা উত্তরের দিকে আনত বলিয়াই রূপান্তরের এইরূপ পরিবর্তন লক্ষ্য করা যায়। ভৌগোলিক বিস্তৃতির ভিত্তিতে মহীশূরের ধারওয়ার উদ্‌ভেদগুলিকে পাঁচটি উত্তর-দক্ষিণ বলয়ে বিভক্ত করা যায়—পশ্চিম বলয়, পশ্চিম-কেন্দ্রীয় বা সিমোগা বলয়, কেন্দ্রীয় বা চিতলদ্রুগ বলয়, পূর্ব-কেন্দ্রীয় বলয় এবং পূর্ব বা কোলার বলয়। মহীশূরে প্রাক্-ধারওয়ার নাইস স্তরের চিহ্ন সচরাচর দেখা যায় না কারণ, সম্ভবত সেই স্তর গলিত এবং পুনঃকেলাসিত হইয়া ধারওয়ার স্তরের মধ্যে উদ্‌বেধী হইয়াছে। সম্ভবত ধারওয়ার গোষ্ঠীই মহীশূরের সর্বপ্রাচীন স্তর। অবশ্য, আধুনিক মতে প্রাক্-ধারওয়ার স্তরও এখানে আছে। ধারওয়ারের মধ্যে উদ্বিদ্ধ আর্কিয়ান যুগের একাধিক শিলাদল (যেমন চার্ণকাইট, উপদ্বীপীয় নাইস ইত্যাদি) রহিয়াছে—ইহারা সব পর-ধারওয়ার আগ্নেয় শিলাদলের অন্তর্ভুক্ত।

(খ) শ্রেণীবিভাগ—১৯১৫ খ্রীঃ স্মিথ ধারওয়ার গোষ্ঠী মূলত আগ্নেয়

উপাদানে গঠিত এই ভ্রান্ত ধারণার বশবর্তী হইয়া উহাকে দুইভাগে বিভক্ত করেন—একটি নিম্ন বা হর্ণব্লেণ্ডীয় স্তর, অপরটি উচ্চ বা ক্লোরিটীয় স্তর। সাম্প্রতিক কালে বিভিন্ন তথ্য প্রমাণের সাহায্যে ধারওয়ার গোষ্ঠী পাললিক শিলার রূপান্তরের ফলে উৎপন্ন হইয়াছে এই সত্য প্রতিষ্ঠিত হইয়াছে। এইরূপ সিদ্ধান্তের মূলে রহিয়াছে প্রধানত নিম্নলিখিত তথ্যগুলি ঃ—(১) উপস্তরায়ণ, ঢেউচিহ্ন, বৃষ্টির ছাপ ইত্যাদি অকাট্য পাললিক গঠন বৈশিষ্ট্য ; (২) ধারওয়ার গোষ্ঠীর মধ্য ও ঊর্ধ্ব অংশে স্তরচক্রের উপস্থিতি ; (৩) ধারওয়ার গোষ্ঠীর মধ্যে একাধিক স্তরে পাললিক কংগ্লোমারেট চিহ্নিত অসংগতি। এই সিদ্ধান্ত অনুযায়ী বি, রামা রাও মহীশূরের ধারওয়ার গোষ্ঠীকে ১৯৪০ খ্রীঃ তিন স্তরে বিভক্ত করেন। ধারওয়ার গোষ্ঠীর এই শ্রেণীবিভাগ নিম্নলিখিত স্তরক্রমের মধ্যে দেখানো হইল।

(গ) **ধারওয়ার গোষ্ঠীর বর্ণনা**—নিম্ন ধারওয়ার শিলাস্তরটি প্রধানত আগ্নেয়শিলায় গঠিত—রায়োলাইট, ফেলসাইট এবং ওপালসদৃশ কোয়ার্টজের দানাযুক্ত অন্যান্য আম্লিক লাভা, ইহা ছাড়া আছে ক্ষারীয় লাভা ও ডাইক। অবশ্য এই সমস্ত প্রাথমিক শিলারূপ বর্তমানে রূপান্তরিত হইয়া কোয়ার্টজ-সিষ্ট, অভ্র-সিষ্ট, হর্ণব্লেণ্ড-সিষ্ট, হর্ণষ্টোন ইত্যাদিতে পরিণত হইয়াছে। উল্লিখিত লাভাস্তরগুলি যে ভূমির উপর উদ্‌গীর্ণ হইয়াছিল—তাহার কোন অস্তিত্ব বর্তমানে খুঁজিয়া পাওয়া যায় না। দু-একটি সম্ভাব্য শিলাস্তরকে বর্তমানে প্রাক্-ধারওয়ার বলিয়া মনে করা হইতেছে। একটি কংগ্লোমারেট অসংগতি নিম্ন ধারওয়ারকে মধ্য ধারওয়ার হইতে পৃথক্ করে। মধ্যস্তরের প্রধান শিলাগুলি হইল রূপান্তরিত লৌহ-পাথর (iron-stone), চুনাপাথর, মৃন্ময় শিলা, ভস্ম, টুফ্, সিষ্ট, নাইস এবং গ্র্যানুলাইট। এই মধ্যস্তরের ঊর্ধ্বপ্রান্তে একাধিক আগ্নেয় উদ্‌বেধ লক্ষণীয়—ইহাদের মধ্যে ক্ষারীয়, অতিক্ষারীয় এবং গ্র্যানিটিয় (চাম্পিয়ন নাইস) উপাদানের শিলাদেহ দেখা যায়। ঊর্ধ্ব ধারওয়ার স্তরটি অপেক্ষাকৃত ভাবে সবচেয়ে কম রূপান্তরিত হইয়াছে। লৌহপ্রধান, বালিপ্রধান, ক্যালসিয়াম-কার্বনেট-প্রধান, কাদা-প্রধান ইত্যাদি নানা প্রকার পাললিক শিলায় এই স্তর গঠিত। এই স্তরের গঠনান্তে পেনিনসুলার (উপদ্বীপীয়) নাইস নামক বিস্তীর্ণ গ্র্যানিটিয় উদ্‌বেধের দ্বারা দাক্ষিণাত্যের বহু অংশ আক্রান্ত হয়। ইহার পর আরও একাধিক আগ্নেয় উদ্‌বেধ আর্কিয়ান যুগের মধ্যেই ঘটিয়াছিল, তাহাদের নাম উপরে প্রদত্ত স্তরক্রমের মধ্যে উল্লেখ করা হইয়াছে। সি, এস, পিচামতু ঊর্ধ্ব এবং মধ্য ধারওয়ার স্তরের মধ্যে স্তরচক্রের উপস্থিতি আবিষ্কার করেন (১৯৪৭)।

(ঘ) **মহীশূরের আগ্নেয় শিলাদল:**

চাম্পিয়ন নাইস—ইহা পেনিনসুলার নাইস অপেক্ষা প্রাচীন কিন্তু নিম্ন এবং মধ্য ধারওয়ার স্তর অপেক্ষা নবীন। সম্ভবত ইহা ঊর্ধ্ব ধারওয়ার স্তর অপেক্ষা প্রাচীন। কোলার সিষ্ট বলয়ের পূর্ব প্রান্তে এই শিলাদলের আদর্শ রূপ দেখিতে পাওয়া যায়। ইহা একটি ধূসর বর্ণের ওপালসদৃশ কোয়ার্টজ-দানা-বাহী নাইস। এই নাইস প্রধানত গ্র্যানিট-নাইস।

পেনিনসুলার (উপদ্বীপীয়) নাইস—কেবল মহীশূর নহে, সমগ্র দক্ষিণ ভারতের নাইস শিলার মধ্যে পেনিনসুলার নাইসই সর্বাধিক বিস্তীর্ণ। বিভিন্ন উপাদানের গ্র্যানিট ম্যাগমার এক অসমসত্ত্ব মিশ্রণে এই নাইসদল গঠিত। ধারওয়ার শ্রেণীর অবক্ষেপণ, ভাঁজ এবং রূপান্তরের পর তাহার মধ্যে এই উদ্‌বেধ ঘটিয়াছিল।

চার্ণকাইট—এই বিশেষ শিলাটির আদর্শভূমি হইল মাদ্রাজের নিকটবর্তী পল্লভরম এবং সেন্ট টমাস পর্বত। এই শিলাদলটি উপদ্বীপীয়

ভারতের আর্কিয়ান স্তরের মধ্যে অতি সুপ্রসিদ্ধ। উপরে বর্ণিত পেনিনসুলার নাইসের তুলনায় ইহা নবীনতর। মহীশূরের আর্কিয়ান অনুক্রমে ইহার অবস্থান উপরে শ্রেণীবিভাগ প্রসঙ্গে প্রদত্ত হইয়াছে। শিলাবিদ্যা এবং স্তরবিদ্যা উভয় ক্ষেত্রেই চার্ণকাইট প্রস্তরটির গুরুত্ব যথেষ্ট। ফারমোর কর্তৃক নির্ধারিত চার্ণকাইট প্রদেশের বহু স্থানে এই শিলার উদ্‌ভেদ আছে; যেমন—পূর্বঘাট, মহীশূর, নেলোর, আসাম, বিহার, উড়িষ্যা ও মধ্যপ্রদেশ। অনিয়তাকার উদ্‌বেধী ডাইক, শিরা, বাহু, ত্রিমাত্রিক দেহ ইত্যাদি রূপে এই শিলাকে দেখা যায়। উপাদানগত রূপভেদ ইহার মধ্যে বহু—আম্লিক হইতে অতিক্ষারীয় পর্যন্ত। ইহার মধ্যে পাইরক্সিন গ্র্যানুলাইটেরই প্রাধান্য দেখা যায়। এই শিলাদেহের মধ্যে আগ্নেয় ও রূপান্তরিত শিলাপ্রকৃতির এক অপূর্ব সংমিশ্রণ দেখা যায়; এই কারণে ইহার স্তরতত্ত্বীয় বয়স এবং শিলাজনি এক বিতর্কিত প্রসঙ্গ। বহুল পরিমাণে যে ধারণাটি এ বিষয়ে গৃহীত হইয়াছে তাহা হইল এই যে একাধিক প্রাচীন শিলাদেহের গলন, পুনঃকেলাসন, পুনর্গঠন ইত্যাদি জটিল পরিবর্তনের দ্বারা এই চার্ণকাইট গলিত শিলার উৎপত্তি হয়। এবং পরে তাহা ধারওয়ার সিস্ট স্তর ও পেনিনসুলার নাইসকে উদ্বিদ্ধ করে।

ক্লোসপেট গ্র্যানিট—পেনিনসুলার নাইস এবং চার্ণকাইট শিলাদলগুলি অপেক্ষা ইহা অনেক নবীনতর। ইহা মহীশূর রাজ্যের মধ্য দিয়া বরাবর উত্তর দক্ষিণে বিস্তৃত। এই শিলাকে মেটাসোমাটিক গ্র্যানিট (এক বিশেষ পদ্ধতিতে রূপান্তরিত গ্র্যানিট) বলিয়া বর্ণনা করা হইয়াছে। বৃহৎ ফেল্‌স্‌পার কেলাসযুক্ত ধূসর ও গোলাপী বর্ণের নাইস বলিয়া এই শিলাদেহকে বর্ণনা করা হইয়াছে। ইহার মধ্যে নাইসোচিত ডোরা এবং পার্শ্ববর্তী সিস্ট শিলার টুকরা দেখিতে পাওয়া যায়। সংশ্লিষ্ট অ্যাপ্‌লাইট শিলার উদ্‌ভেদ সাধারণত দেখা যায়।

2·7 সিংভূমের প্রাক্‌কেম্ব্রিয়ান স্তর (Precambrian strata of Singhbhum)

(ক) **পরিচয়**—দক্ষিণ বিহারের অন্তর্গত সিংভূম জেলার প্রাক্‌কেম্ব্রিয়ান স্তর সাম্প্রতিক কালে ভারতীয় ভূবিদ্যায় এক গুরুত্বপূর্ণ স্থান লাভ করিয়াছে। এই স্তরের অনুক্রম এবং সিংভূম ও সংলগ্ন অঞ্চলের ভূতত্ত্বীয় ইতিহাস স্তরবিদ্যার এক অতি আকর্ষণীয় বিষয়। অতি আধুনিক পদ্ধতিতে লব্ধ জ্ঞান (বিশেষত গাঠনিক বিশ্লেষণ ও তেজস্ক্রিয় তথ্য) সিংভূম অঞ্চলের শিলাদলগুলির পারস্পরিক সম্পর্কের উপর অনেক আলোকসম্পাত করিয়াছে। সিংভূম জেলার উত্তরে রাঁচি, উত্তর-পূর্বে মানভূম, পূর্বে ময়ূরভঞ্জ, দক্ষিণে কেওনঝার,

দক্ষিণ-পশ্চিমে বোনাই এবং পশ্চিমে সুন্দরগড় (বা গাংপুর) জেলা। সিংভূম জেলার প্রধান ভূতত্ত্বীয় বৈশিষ্ট্য হইল পূর্ব-পশ্চিমে (এবং আংশিকভাবে উত্তর-পশ্চিম—দক্ষিণ-পূর্বে) বিস্তৃত একটি গুরুতর মানের সংঘট্ট। এই সংঘট্ট সিংভূম জেলার উত্তরাংশকে দক্ষিণাংশ হইতে বিভক্ত করিয়াছে ; এই দুই অংশের স্তরবিদ্যায় বেশ কিছু পার্থক্য আছে। প্রধান পার্থক্য হইল শৈল রূপের (lithofacies)—উত্তর সিংভূমের স্তর অধিক রূপান্তরিত কিন্তু দক্ষিণ সিংভূমের স্তর অল্প রূপান্তরিত বা অরূপান্তরিত। উক্ত সংঘট্ট সিংভূম তাম্র-বলয় সংঘট্ট অঞ্চল বলিয়া (Singhbhum Copper Belt Thrust Zone) পরিচিত। পশ্চিমে পশ্চিম সিংভূম হইতে পূর্বে ময়ূরভঞ্জের অভ্যন্তর পর্যন্ত বিস্তৃত এই সংঘট্ট শতাধিক মাইল লম্বা এবং এক হইতে তিন মাইল চওড়া। এই সংঘট্ট-রেখা একটি পীড়িত বলয় (shear belt) এবং একাধিক ধাতব খনিজের সঞ্চয় এই সংঘট্ট-বলয়ের বৈশিষ্ট্য। এ, কে, ব্যানার্জীর মতে (১৯৬২) তিনটি পৃথক্ পর্যায়ে এখানে মণিক-কেলাসন (mineralisation) ঘটিয়াছিল—প্রথম পর্যায়ে অ্যাপেটাইট-ম্যাগনেটাইট, দ্বিতীয় পর্যায়ে ইউরেনিয়াম-বাহী মণিক গোষ্ঠী এবং শেষ পর্যায়ে তাম্র-সালফাইড মণিক গোষ্ঠী।

(খ) **বিবরণ**—উত্তর ও দক্ষিণ সিংভূমের প্রধান স্তরতত্ত্বীয় বৈশিষ্ট্যগুলির বিবরণ পৃথক্‌ভাবে নিম্নে বর্ণিত হইল। এখানে সিংভূম তাম্র-বলয় সংঘট্ট-রেখাকে উত্তর ও দক্ষিণ সিংভূমের মধ্যবর্তী বিভাগরেখা বলিয়া ধরা হইয়াছে।

দক্ষিণ সিংভূম—সিংভূম সংঘট্টের দক্ষিণে, বিশেষত দক্ষিণ-পশ্চিম সিংভূমে, এবং সংলগ্ন কেওনঝার ও বোনাই জেলায় প্রাক্‌কেম্ব্রিয়ান শিলান্তরগুলি অল্প রূপান্তরিত। তবে উহারা ভাঁজপ্রাপ্ত হইয়াছে, এই ভাঁজের অক্ষটি হইল উত্তর-পূর্ব—দক্ষিণ-পশ্চিমে। এই অঞ্চলের প্রধান গাঠনিক বৈশিষ্ট্য এই ভাঁজটি, ইহা প্রকৃতপক্ষে একটি অধোভঙ্গধারা (synclinorium); ইহাকে আয়রণ-ওর অধোভঙ্গধারা (Iron Ore synclinorium) বলা হয়। দক্ষিণ সিংভূমের প্রধান প্রাক্‌কেম্ব্রিয়ান স্তরগুলি হইল (এইচ, সি, জোন্‌স, ১৯৩৪ ; জে, ডান, ১৯৪০ ; ডান ও দে, ১৯৪২) ঃ—(১) ওলডার মেটামরফিক্‌স (বা প্রাচীন রূপান্তরিত শিলাদল), ইহা প্রাচীনতম স্তর ; (২) আয়রণ-ওর শ্রেণী (বা লৌহ আকরিক শ্রেণী), ইহা অপেক্ষাকৃত নবীন ; (৩) কোলহান শ্রেণী, ইহা নবীনতম। ইহাদের সহিত সংশ্লিষ্ট উদ্‌বেধী (intrusive) শিলা হইল ঃ—(১) অতিক্ষারীয় দল (ultrabasic group), (২) সিংভূম গ্র্যানিট এবং (৩) নিউয়ার ডলেরাইট ডাইক গোষ্ঠী (বা নবীন ডলেরাইট ডাইক)। ওলডার মেটামরফিক্‌স স্তরটি বিভিন্ন প্রকার সিস্ট

(অভ্রযুক্ত, কোয়ার্টজযুক্ত, ক্লোরাইটযুক্ত) এবং কোয়ার্টজাইট শিলায় গঠিত। এই স্তরটি বলিত (folded) ও ক্ষয়গ্রস্ত (eroded) হইবার পর উহার উপরে দ্বিতীয় স্তর আয়রণ-ওর শ্রেণী অবক্ষিপ্ত হয়। এই শ্রেণীর মধ্যে পাঁচটি উপবিভাগ। নিম্ন হইতে ঊর্ধ্বক্রমে উহারা হইল (১) ভৌম বেলেপাথর কংগ্লোমারেট (২) লাভা (৩) নিম্ন ফিলাইট-সেল (৪) ব্যাণ্ডেড হেমাটাইট কোয়ার্টজাইট ও (৫) ঊর্ধ্ব ফিলাইট-সেল। ভাঁজপ্রাপ্ত হওয়ার দরুণ ইহাদের প্রাথমিক অনুক্রম পরিবর্তিত হইয়াছে। এই ভাঁজটির সম্বন্ধে কিছু মতদ্বৈধ ছিল, এখন ইহা অধোভঙ্গ বলিয়া প্রমাণিত হইয়াছে (আয়রণ-ওর অধোভঙ্গধারা)। তৃতীয় স্তর কোলহান শ্রেণী সেল, চুনাপাথর, কংগ্লোমারেট, বেলেপাথর ইত্যাদি শিলায় গঠিত। পশ্চিমাঞ্চলে এই শ্রেণীটি বিপর্যস্ত হইলেও, অধঃস্থ সিংভূম গ্র্যানিটের সংযোগস্থলে ইহার গঠন অবিকৃত। স্তরীয় ক্রম এবং অবস্থান হইতে কোলহান শ্রেণীর নবীনতা এবং উহার সম্ভাব্য নব-প্রাক্‌কেম্ব্রিয়ান বয়স স্থির করা হইয়াছে। সিংভূম গ্র্যানিট আয়রণ-ওর শ্রেণী অপেক্ষা নবীন কিন্তু পারস্পারিক সম্পর্ক হইতে মনে হয়, কোলহান শ্রেণী অপেক্ষা প্রাচীন। অতিক্ষারীয় উদ্‌বেধগুলিকে সিংভূম গ্র্যানিট অপেক্ষা প্রাচীন বলিয়া বরাবর মনে করা হইত (আধুনিক মতে উহারা নবীনতর)। নিউয়ার ডলেরাইট গোষ্ঠী সিংভূম গ্র্যানিটকে উদ্বিদ্ধ করিয়াছে, উহারা নবীনতম।

সিংভূম জেলার পূর্বাঞ্চলে (দক্ষিণ ধলভূম মহকুমায়) সিংভূম সংঘট্ট রেখার দক্ষিণে ও দক্ষিণ-পশ্চিমে ধানজোরি শ্রেণী নামক একটি স্তর সিংভূম গ্র্যানিটের পূর্বপ্রান্তে দেখিতে পাওয়া যায়। ইহার স্তরীয় অবস্থান আয়রণ-ওর শ্রেণী এবং সিংভূম গ্র্যানিটের ঊর্ধ্বে। ধানজোরি শ্রেণীকে কোলহান শ্রেণী অপেক্ষা প্রাচীনতর বলা হইয়াছিল (ডান ও দে, ১৯৪২), কিন্তু সম্ভবত উহা নবীনতর (সরকার ও সাহা, ১৯৬২)। ধানজোরি শ্রেণীর মধ্যে একটি নিম্ন সোপান (বেলেপাথর-কংগ্লোমারেট) এবং একটি ঊর্ধ্ব সোপান (ধানজোরি লাভা) বর্ণিত হইয়াছে।

আধুনিক তথ্যের সাহায্যে এই অঞ্চলের প্রাক্‌কেম্ব্রিয়ান স্তর সম্পর্কিত প্রাচীন ধারণাগুলির কিছু পরিবর্তন করা হইয়াছে (সরকার ও সাহা, ১৯৬২)। আয়রণ-ওর শ্রেণীর অবক্ষেপণের পর সমগ্র অঞ্চলটি আয়রণ-ওর গিরিজনির দ্বারা প্রভাবিত হয় এবং উহার পরিণতিতে সিংভূম গ্র্যানিটের বিশাল উদ্‌বেধ দেখা দেয়। বহু পরে ধানজোরি লাভার পরবর্তী পর্যায়ে সমগ্র সিংভূমে আর একটি গিরিজনি দেখা দেয়, উহার নাম সিংভূম গিরিজনি। উহার শেষ পর্যায়ে আসে কুইলাপাল গ্র্যানিট ও অন্যান্য গ্র্যানিটের উদ্‌বেধ। যজুহাটু ক্রোমাইটের সংশ্লিষ্ট অতিক্ষারীয় উদ্‌বেধ মোটামুটিভাবে এই কালের অথবা কিঞ্চিৎ প্রাচীনতর বলিয়া সরকার ও সাহা মনে করেন।

আয়েংগার ও আলোয়ার (১৯৬৫) আয়রণ-ওর গিরিজনিকে সিংভূম গিরিজনি নামে ও সিংভূম গিরিজনিকে (সরকার ও সাহা) ধানজোরি গিরিজনি নামে অভিহিত করিয়াছেন। সিংভূম গ্র্যানিট দেহকে বলা হইয়াছে একটি ক্রেটন। এই ক্রেটনের প্রান্তে অবস্থিত ছিল ধানজোরি মহীখাত। আয়রণ-ওর শ্রেণী এবং সিংভূম গ্র্যানিটের পরবর্তী পর্যায়ে পাওয়া যায় ধানজোরি শ্রেণী ; ইহা কংগ্লোমারেট, ফিলাইট, ঘনস্রোত-অবক্ষেপ (turbidite) ও লাভার একটি মহীখাতীয় (geosynclinal) অনুক্রম। ইহা ধানজোরি মহীখাতে অবক্ষিপ্ত হইয়াছিল। ঊর্ধ্বপ্রান্তের লাভাটি (স্পিলাইট) ধানজোরি লাভা নামে পরিচিত, ইহা সংঘট্টরেখার উত্তরে অবস্থিত ডালমা লাভার সহিত সমকালীন। আয়রণ-ওর শ্রেণীর অন্তর্গত ফিলাইট-সেল স্তরের মধ্যে কিছু ম্যাংগানিজ-ওর আছে। তবে এই শ্রেণীর প্রধান আর্থিক গুরুত্ব হইল ব্যাণ্ডেড হেমাটাইট কোয়ার্টজাইট স্তরের মধ্যস্থ লৌহ আকরিকের বিরাট সঞ্চয়। বিশেষজ্ঞদের মতে কোয়ার্টজাইটের দ্রবণ এবং হেমাটাইট দ্বারা উহার প্রতিস্থাপনের ফলেই এই সমৃদ্ধ লৌহ আকরিক সঞ্চয় উৎপন্ন হইয়াছে। উত্তর ও পূর্ব সিংভূম অঞ্চলেও কিছু কিছু লৌহ আকরিক সঞ্চয় আছে। লৌহ আকরিকের উৎপত্তি লইয়া অন্যান্য একাধিক মতবাদ আছে।

উত্তর সিংভূম—সিংভূম সংঘট্ট রেখার উত্তরে ও উত্তর-পূর্বে প্রধান প্রধান স্তরগুলি হইল (জে, ডান, ১৯২৯ ; ডান ও দে, ১৯৪২) : (১) আয়রণ-ওর শ্রেণী ও (২) অপেক্ষাকৃত নবীন ডালমা লাভা। আয়রণ-ওর শ্রেণীর মধ্যে দুইটি সোপান। নিম্ন সোপানটির নাম চাইবাসা সোপান ; ইহা অভ্র-সিষ্ট, হর্ণব্লেণ্ড-সিষ্ট, কোয়ার্টজ-গ্র্যানুলাইট, টুফ্ ইত্যাদি শিলায় গঠিত। ঊর্ধ্ব সোপানটির নাম আয়রণ-ওর সোপান ; ইহার মধ্যে একটি ফিলাইটের (টুফ্ ও ক্ষারীয় আগ্নেয় শিলা মিশ্রিত) নিম্নস্তর, একটি কোয়ার্টজাইটের (লৌহ আকরিক মিশ্রিত) মধ্যস্তর, ও একটি ফিলাইটের ঊর্ধ্বস্তর রহিয়াছে। আয়রণ-ওর শ্রেণী ও ডালমা লাভার মধ্যে একটি প্রাবরণ (overlap) অসংগতি রহিয়াছে। ডালমা লাভা দক্ষিণ সিংভূমের ধানজোরি লাভার সহিত সমস্তরীয়। উত্তর সিংভূমের চাইবাসা সোপান দক্ষিণ সিংভূমে নাই। উত্তর সিংভূমের আয়রণ-ওর সোপানটিকে দক্ষিণ সিংভূমের আয়রণ-ওর শ্রেণীর সহিত সমস্তরীয় বলিয়া বিবেচনা করা হইত (ডান ও দে)। কিন্তু আধুনিক মতে (সরকার ও সাহা) উত্তর সিংভূমের আয়রণ-ওর সোপান দক্ষিণ সিংভূমের আয়রণ-ওর শ্রেণী অপেক্ষা অনেক নবীনতর। এজন্য আয়রণ-ওর সোপানের নাম পরিবর্তিত করিয়া ধলভূম সোপান নাম রাখা হইয়াছে ; এবং চাইবাসা ও ধলভূম এই দুই সোপানের সমষ্টিকে সিংভূম শ্রেণী আখ্যা দেওয়া হইয়াছে। ডালমা লাভার পরবর্তী পর্যায়ে সিংভূম

গিরিজনি সমগ্র সিংভূমকে প্রভাবিত করিয়াছিল (আয়েংগার ও আলোয়ারের ধানজোরি গিরিজনি)। এই গিরিজনির শেষ পর্যায়ে আগ্নেয় উদ্‌বেধ দেখা দেয়—ময়ূরভঞ্জের রমাপোহাড়ী গ্র্যানিট, সংঘট্ট বলয়ের চক্রধরপুর গ্র্যানিট নাইস, আর্কাসানি গ্র্যানোফায়ার, সোডা-গ্র্যানিট ইত্যাদি। ইহার পরবর্তী পর্যায়ে অতিক্ষারীয় ডাইক ও সিল উদ্‌বেধ (মতান্তরে ইহারা প্রাচীন) ঘটিয়াছিল। সর্বশেষ পর্যায়ে দেখা দেয় নিউয়ার ডলেরাইট ডাইক, উহা এই অঞ্চলের নবীনতম উদ্‌বেধী শিলা। উত্তর সিংভূমে কয়েকটি গাঠনিক বৈশিষ্ট্য (ঊর্ধ্বভঙ্গ-অধোভঙ্গ-চ্যুতি-সংঘট্ট) লক্ষ্য করা যায়। একেবারে দক্ষিণ সীমায় যে পীড়িত (sheared) সংঘট্ট বলয় রহিয়াছে তাহা বস্তুত একটি মোটামুটিভাবে পূর্ব-পশ্চিম অক্ষবিশিষ্ট উদ্‌বলিত (overfolded) ঊর্ধ্বভঙ্গের (সিংভূম-ঊর্ধ্বভঙ্গধারা) ব্যতিক্রান্ত (inverted) দক্ষিণ বাহু। ইহার উত্তরে অগ্রসর হইলে প্রথমে পাওয়া যায় ডালমা অধোভঙ্গ, এবং আরও উত্তরে অগ্রসর হইলে বাগমুণ্ডি মালভূমির দক্ষিণে পাওয়া যায় আর একটি ঊর্ধ্বভঙ্গ। ইহাদের সাথে সংশ্লিষ্ট রহিয়াছে তিনটি প্রধান চ্যুতি বা সংঘট্ট। যেটি দক্ষিণস্থ সেটিই সিংভূম (বা ধলভূম) সংঘট্ট বলয়। অপর দুইটি ডালমা অধোভঙ্গের উত্তরে। সমগ্র সিংভূম জেলায় সিংভূম-সংঘট্ট-বলয়ই প্রধান গাঠনিক বৈশিষ্ট্য।

(গ) সিংভূম অঞ্চলের প্রধান আগ্নেয় শিলাসমূহ

অতিক্ষারীয় উদ্‌বেধ—দক্ষিণ সিংভূমের পেরিডোটাইট (পরিবর্তিত) শিলাদেহ আয়রণ-ওর শ্রেণীকে উদ্বিদ্ধ করিয়াছে। সম্ভবত ইহা সিংভূম গ্র্যানিট উদ্‌বেধ অপেক্ষা প্রাচীন। চাইবাসার নিকট ক্রোমাইট-বাহী যে অতিক্ষারীয় আগ্নেয় শিলাগুলি দেখা যায় সেগুলিও উল্লিখিত পেরিডোটাইট উদ্‌বেধের সহিত সমকালীন বলিয়া বিশ্বাস করা হয়। সিংভূমের গ্যাব্রো-অ্যানর্থোসাইটের ক্ষারীয় উদ্‌বেধটি অপেক্ষাকৃত নবীন বয়সের, ইহা সম্ভবত ধানজোরি সোপান (stage) অপেক্ষা নবীনতর। মতান্তরে (সরকার ও সাহা), অতিক্ষারীয় উদ্‌বেধ ধানজোরি শ্রেণী অপেক্ষা নবীনতর এবং গ্যাব্রো অ্যানর্থোসাইট সিংভূম গ্র্যানিটের চেয়ে প্রাচীন।

ছোটনাগপুর গ্র্যানিট নাইস—সিংভূম (ও গাংপুরের) প্রধান আর্কিয়ান অঞ্চলের উত্তরদিকে বিরাট একটি এলাকা জুড়িয়া এই শিলাদেহটি বিস্তৃত। পূর্বে সাঁওতাল পরগণা এবং বাঁকুড়া হইতে পশ্চিমে রাঁচি, জাসপুর এবং পালামৌ পর্যন্ত এই উদ্‌ভেদ দেখা যায়। এই শিলাদেহ সুস্পষ্টরূপে আয়রণ-ওর শ্রেণীর মধ্যে উদ্‌বেধী। সাধারণত, এই শিলা একটি মোটা দানার প্রকেলাসী কোয়ার্টজ, ফেলস্‌পার, কৃষ্ণ অভ্র এবং অল্প অ্যাপেটাইট যুক্ত

গ্র্যানিট। আয়রণ-ওর শ্রেণীর সিষ্ট স্তরের সহিত সংযোগস্থলে ইহা মিশ্র (composite) ও ডোরাকাটা (banded) রূপ ধারণ করে। ছোটনাগপুর গ্র্যানিট নাইসের অংশবিশেষকে অনেক সময় ডোম নাইস এবং বাংলা নাইস বলিয়া বর্ণনা করা হইয়াছে। ইহার সহিত পেগমাটাইট, অ্যাপ্‌লাইট ও কোয়ার্টজের বহু শিরা সংশ্লিষ্ট।

সিংভূম গ্র্যানিট—ইহা একটি বিরাট ব্যাথোলিথ উদ্‌বেধ, সিংভূম-কেওনঝার-ময়ূরভঞ্জের একটি বৃহৎ অঞ্চলের উপর বিস্তীর্ণ। এ, কে, সাহার মতে সিংভূম গ্র্যানিট একাধিক উদ্‌বেধী দেহের সমষ্টি এবং এই সকল উদ্‌বেধের শৈল উপাদান ফিকে গ্র্যানিট (leucogranite), গ্র্যানোডায়োরাইট, অ্যাডামেলাইট, ট্রন্‌ঝেমাইট, ইত্যাদি। সিংভূম গ্র্যানিটের প্রধান উদ্‌ভেদটিতে সুস্পষ্ট উত্তর-দক্ষিণ অভিমুখী পত্রায়ণ (foliation) লক্ষ্য করা যায়। প্রাচীনতর ক্ষারীয় শিলা ও কোয়ার্টজাইটের কিছু টুকরা (inclusions) ইহার মধ্যে পাওয়া গিয়াছে। সিংভূম গ্র্যানিটের সাধারণ নমুনার (গ্র্যানোডায়োরাইট) উপাদান হইল পার্থাইট-মাইক্রোক্লিন, অলিগোক্লেজ-অ্যানডেসিন, কোয়ার্টজ, কৃষ্ণ অভ্র, অল্প ক্লোরাইট ও বর্ণহীন অভ্র এবং কিছু অপ্রধান মণিক (accessories) যেমন—এপিডোট, স্ফীন, জার্কন, অ্যাপেটাইট ও রুটিল। সিংভূম গ্র্যানিট স্পষ্টতঃই আয়রণ-ওর শ্রেণী অপেক্ষা নবীন এবং সম্ভবত অতিক্ষারীয় শিলা উদ্‌বেধগুলির চেয়েও নবীন (এ বিষয়ে মতদ্বৈধ আছে)। ইহা কোল্‌হান শ্রেণী, ধানজোরি শ্রেণী ইত্যাদির তুলনায় প্রাচীনতর।

আর্কাসানি সোডা গ্র্যানিট—ইহার কতকাংশ গ্র্যানোফায়ার শিলায় গঠিত। ইহা সিংভূম তাম্র-বলয়ে (বা সংঘট্ট বলয়ে) উদ্‌ভিন্ন একটি গ্র্যানিটিয় উদ্‌বেধ। গ্র্যানিট শিলাটিকে পরিবর্তিত প্ল্যাজিওক্লেজ, কোয়ার্টজ, অভ্র, ম্যাগনেটাইট ও অ্যাপেটাইট-বাহী মোটা দানার পাথর বলিয়া বর্ণনা করা হইয়াছে। অনুমান করা হয় যে সিষ্ট জাতীয় শিলাস্তরের গ্র্যানিটায়ন (granitisation) এবং প্রতিস্থাপনের (replacement) দ্বারা এই গ্র্যানিট দেহ উৎপন্ন হইয়া থাকিতে পারে। ময়ূরভঞ্জের রমাপাহাড়ী গ্র্যানিট এবং ধানজোরির কুইলাপাল গ্র্যানিট আর্কাসানি গ্র্যানিটের সমবয়সী বলিয়া অনুমান করা হয়।

নিউয়ার ডলেরাইট ডাইকগোষ্ঠী—সিংভূম অঞ্চলের নবীনতম উদ্‌বেধী শিলা হইল এই ডাইক গোষ্ঠী। অসংখ্য ক্ষারীয় ডাইক, কয়েক গজ চওড়া এবং কয়েক মাইল লম্বা, সিংভূম গ্র্যানিট ও অন্যান্য শিলাস্তরকে উদ্বিদ্ধ করিয়াছে। ইহাদের দিক-বিস্তৃতি মোটামুটিভাবে উত্তর-দক্ষিণ। ইহারা নব প্রাক্‌কেম্ব্রিয়ান যুগের শিলা। ইহাদের মূল উপাদান বেসল্ট বা ডলেরাইট, তবে কিছু অতিক্ষারীয় এবং আম্লিক আগ্নেয় শিলাও সংশ্লিষ্ট আছে।

আরও কয়েকটি উদ্‌বেধী আগ্নেয় শিলা সিংভূম অঞ্চলের প্রাক্‌কেম্ব্রিয়ান স্তরের সহিত সংশ্লিষ্ট। যেমন, ওংগাবিড়া ট্র্যাপ (.চাইবাসার নিকট), ময়ূরভঞ্জের ভ্যানাডিয়াম-যুক্ত ম্যাগনেটাইট-বাহী গ্যাব্রো ও অ্যানর্থোসাইট, সিংভূম গ্র্যানিটের সহিত সংশ্লিষ্ট ডায়োরাইট শিলা, চক্রধরপুর গ্র্যানিট নাইস ইত্যাদি। প্রথমটি ডালমা লাভার সমকালীন, দ্বিতীয়টির বয়স আয়রণ-ওর শ্রেণী ও সিংভূম গ্র্যানিটের মধ্যবর্তী (আধুনিক মতে), তৃতীয়টি মোটামুটিভাবে সিংভূম গ্র্যানিটের সমকালীন এবং চতুর্থটি আর্কাসানি গ্র্যানোফায়ার ও সোডা গ্র্যানিটের সমকালীন।

(ঘ) **সিংভূমের প্রাক্‌কেম্ব্রিয়ান শিলাগুলির ভূতত্ত্বীয় বয়স**— উল্লিখিত বিবরণ প্রসঙ্গে সিংভূমের বিভিন্ন শিলাস্তরের ভূতত্ত্বীয় বয়সের কথা স্তরক্রম ও পারস্পরিক সম্পর্ক হইতে যেরূপ প্রতীয়মান হয় সেইভাবে বলা হইয়াছে। বিশেষভাবে এই প্রসঙ্গের পুনরুল্লেখের কারণ হইল আধুনিক তেজস্ক্রিয় তথ্য এ বিষয়ে আলোকসম্পাত করিয়াছে তাহা স্মরণ করা। সিংভূমের প্রাচীনতম স্তর ওলডার মেটামর্ফিক্‌স্ শিলাদলের তেজস্ক্রিয়তা লব্ধ বয়স ৩০৪ কোটি বৎসর; পেগমাটাইটের অন্তর্গত অভ্রের বিশ্লেষণ হইতে এই তথ্য পাওয়া গিয়াছে। সিংভূম গ্র্যানিট শিলার অন্তর্ভুক্ত অভ্র ও ফেল্‌স্‌পার হইতে প্রাপ্ত তেজস্ক্রিয় তথ্য অনুসারে এই গ্র্যানিটদেহের বয়স ২০০ কোটি বৎসরের মতো। আয়রণ-ওর শ্রেণীর টুকরা সিংভূম গ্র্যানিটের মধ্যে অন্তর্ভুক্ত অবস্থায় দেখা গিয়াছে, ইহা হইতে অনুমান করা যায় আয়রণ-ওর শ্রেণীর বয়স ২২০ হইতে ২৫০ কোটি বৎসর পর্যন্ত হইতে পারে। কোল্‌হান শ্রেণীর অন্তর্গত সেল-শিলার বয়স ১০৪ হইতে ১৫৮ কোটি বৎসরের মধ্যে বলিয়া ধরা হয়। সিংভূম তাম্র-বলয়ে অবস্থিত উদ্‌বেধী গ্র্যানিট এবং মণিকদেহ বিশ্লেষণ করিয়া জানা গিয়াছে যে ইহাদের বয়স ৯০ হইতে ১০০ কোটি বৎসরের মতো। আয়রণ-ওর গিরিজনির বয়স ২০৪ কোটি বৎসর এবং সিংভূম গিরিজনির (সরকার ও সাহা) বয়স ৯০ হইতে ৯৪ কোটি বৎসরের মধ্যে।

(ঙ) সিংভূমের প্রাক্‌কেম্ব্রিয়ান স্তরক্রম

ডান ও দে (১৯৪২) কর্তৃক প্রদত্ত স্তরক্রমটি নিম্নরূপ ঃ

দক্ষিণ সিংভূম ও দক্ষিণ ধলভূম (সংঘট্টের দক্ষিণে)	উত্তর ও পূর্ব সিংভূম (সংঘট্টের উত্তরে)
কোলহান শ্রেণী { সেল, চুনাপাথর, বেলেপাথর	
—অসংগতি—	
সোডা গ্র্যানিট, গ্র্যানোফায়ার ইত্যাদি	সোডা গ্র্যানিট, গ্র্যানোফায়ার ইত্যাদি
সিংভূম গ্র্যানিট	
ধানজোরি শিলাদল { লাভা, কোয়ার্টজাইট-কংগ্লোমারেট	ডালমা লাভা
—অসংগতি—	—প্রাবরণ অসংগতি—
আয়রন-ওর শ্রেণী { আয়রন-ওর সোপান { উধ্বর্ ফিলাইট টুফ, ব্যাণ্ডেড-হেমাটাইট-কোয়ার্টজাইট, নিম্ন ফিলাইট টুফ, ক্ষারীয় লাভা	আয়রন-ওর শ্রেণী { (খ) আয়রন-ওর সোপান { উধ্বর্ ফিলাইট, কোয়ার্টজাইট (হেমাটাইট যুক্ত), নিম্ন ফিলাইট; (ক) চাইবাসা সোপান { অভ্র-সিষ্ট, হর্ণব্লেণ্ড সিষ্ট, কোয়ার্টজ-সিষ্ট, গ্র্যানুলাইট ইত্যাদি

সরকার ও সাহা (১৯৬২) কর্তৃক প্রদত্ত স্তরক্রমটি নিম্নরূপ ঃ

(সিংভূম সংঘট্টের দক্ষিণে)

নিউয়ার ডলেরাইট,
গ্র্যানোফায়ার, গ্র্যানিট ইত্যাদি
অতিক্ষারীয় উদ্‌বেধ
—সিংভূম গিরিজনি—

ধানজোরি দল { ধানজোরি লাভা, কোয়ার্টজাইট-কংগ্লোমারেট }

? কোলহান শ্রেণী
—অসংগতি—
সিংভূম গ্র্যানিট
আয়রণ-ওর গিরিজনি
গ্যাব্রো-অ্যানর্থোসাইট, এপিডায়োরাইট

আয়রণ-ওর শ্রেণী { ঊর্ধ্ব সেল, ব্যাণ্ডেড হেমাটাইট, জ্যাস্পার-নিম্ন সেল, লাভা, বেলেপাথর-কংগ্লোমারেট }

(সিংভূম সংঘট্টের উত্তরে

নিউয়ার ডলেরাইট,
অতিক্ষারীয় ডাইক, সিল
গ্র্যানোফায়ার, গ্র্যানিট ইত্যাদি
—সিংভূম গিরিজনি—

ডালমা লাভা

—প্রাবরণ অসংগতি—

সিংভূম শ্রেণী { ধলভূম সোপান, চাইবাসা সোপান }

(চ) **সুন্দরগড়ের প্রাক্‌কেম্ব্রিয়ান শিলা (গাংপুর শ্রেণী)**— সুন্দরগড় জেলার প্রধান প্রাক্‌কেম্ব্রিয়ান স্তরকে বলা হয় গাংপুর শ্রেণী। ইহা বিভিন্ন প্রকার রূপান্তরিত শিলা ও ম্যাঙ্গানিজ-বাহী শিলা (গণ্ডাইট) ইত্যাদিতে গঠিত। সমগ্র শিলাস্তরটি বলিত এবং একটি বৃহদাকার ঊর্ধ্বভঙ্গের অন্তর্ভুক্ত। এই ঊর্ধ্বভঙ্গের অক্ষ হইল মোটামুটিভাবে পূর্ব-পশ্চিমে বিস্তৃত। রূপান্তরের মাত্রা এই স্তরটির মধ্যে পূর্ব হইতে পশ্চিমদিকে বৃদ্ধি পায়। ইহার শীর্ষে রঘুনাথ-পল্লী কংগ্লোমারেট নামক একটি পীড়িত (sheared) স্তর দেখা যায়। তদূর্ধ্বে অবস্থিত কিছু ফিলাইট, সিস্ট এবং লাভার স্তর দেখা যায় এবং তাহাদের আয়রণ-ওর শ্রেণীভুক্ত বলিয়া বিবেচনা করা হয়। গাংপুর শ্রেণী ক্ষারীয় সিল ও ছোটনাগপুর গ্র্যানিট দ্বারা উদ্বিদ্ধ হইয়াছে। পারস্পরিক স্তরীয় এবং গাঠনিক সম্পর্ক হইতে এবং আগ্নেয়োচ্ছ্বাসের সহিত সম্পর্কের ভিত্তিতে গাংপুর শ্রেণীকে এই অঞ্চলের প্রাচীনতম স্তর এবং উপরিস্থ (?) আয়রণ-ওর শ্রেণীকে অপেক্ষাকৃত নবীন বলিয়া ধারণা করা হয়। তেজস্ক্রিয়তা লব্ধ একটি তথ্য হইতে প্রকাশ পাইয়াছে যে গাংপুর শ্রেণীর ভাঁজ ও রূপান্তর আর্কাসানি

যুগে (৯০ হইতে ৯৯ কোটি বৎসর পূর্বে) হইয়া থাকিতে পারে। এখনও এ বিষয়ে নিশ্চিত কিছু বলা সম্ভব নহে। এম, এস, কৃষ্ণন গাংপুরের নিম্নলিখিত অনুক্রম বর্ণনা করিয়াছেন ঃ

আয়রণ-ওর শ্রেণী { ফিলাইট, স্লেট, সিস্ট, লাভা,
রঘুনাথপল্লী কংগ্লোমারেট

—পীড়িত অঞ্চল (shear zone)—

গাংপুর শ্রেণী {
ফিলাইট ও অভ্র-সিষ্ট
ঊর্ধ্ব কার্বনযুক্ত ফিলাইট
ক্যালসাইট—মার্বেল
ডলোমাইট—মার্বেল
অভ্র-সিষ্ট ও ফিলাইট
নিম্ন কার্বনযুক্ত ফিলাইট
গণ্ডাইট (ম্যাঙ্গানিজ-বাহী) ও ফিলাইট

2'8 মহারাষ্ট্র-মধ্যপ্রদেশের প্রাক্‌কেম্ব্রিয়ান স্তর

(ক) **পরিচয়**—মধ্যপ্রদেশের (ইহার কিয়দংশ বর্তমানে মহারাষ্ট্রের অন্তর্গত) প্রধান এবং সম্ভবত প্রাচীনতম প্রাক্‌কেম্ব্রিয়ান স্তর হইল (এল, এল, ফারমোর, ১৯০৯, ১৯৪০) ধারওয়ার উপযুগের সসার শ্রেণী (Sausar series)। নাগপুর ও ছিন্দোয়ারা জেলায় ইহার আদর্শ রূপ দেখা যায়। ইহার দক্ষিণে নাগপুর ও ভাণ্ডারা জেলায় আর একটি আর্কিয়ান শিলাশ্রেণী প্রত্যক্ষ করা যায়, তাহার নাম সকোলি শ্রেণী (Sakoli series)। অনুমান করা হয় সকোলি শ্রেণী সসার শ্রেণী অপেক্ষা নবীনতর অথবা সসার শ্রেণীর ঊর্ধ্বাংশের সহিত সমকালীন। সসার ও সকোলির মধ্যবর্তী ব্যবধান মৃত্তিকাদির দ্বারা আবৃত বলিয়া উহাদের পারস্পরিক দৈহিক সম্পর্ক প্রত্যক্ষ করা যায় না ; অনুমান করা যায় এই মধ্যবর্তী অঞ্চলে একটি চ্যুতি বা উদ্‌ঘট্ট রহিয়াছে। উত্তরস্থ সসার বলয়টি পশ্চিম হইতে পূর্বে বিস্তৃত, উহার নতি সাধারণত দক্ষিণ অভিমুখে। দক্ষিণস্থ সকোলি বলয়টি পশ্চিম বা দক্ষিণ-পশ্চিম হইতে পূর্বদিকে বিস্তৃত, উহার নতি সাধারণত উত্তর বা উত্তর-পশ্চিমের দিকে। সকোলি শ্রেণী প্রধানত অল্প রূপান্তরিত ক্লোরাইট ও সেরিসাইট সিষ্ট এবং হেমাটাইট-সমৃদ্ধ শিলায় গঠিত। অপরপক্ষে সসার শ্রেণী উচ্চমাত্রায় রূপান্তরিত ক্যালসিয়ম-সমৃদ্ধ-গ্র্যানুলাইট, মার্বেল, গার্নেট সিষ্ট, ম্যাঙ্গানিজ-বাহী গণ্ডাইট ও অন্যান্য শিলায় গঠিত। সসার শ্রেণীর গাঠনিক জটিলতাও অনেক। নাগপুর হইতে পূর্বদিকে অগ্রসর হইয়া বিলাসপুর ও বালাঘাট জেলায় প্রবেশ

করিলে সসার ও সকোলিকে দুইটি পৃথক্ বলয়রূপে আর দেখিতে পাওয়া যায় না, উহারা ক্রমশ মিশিয়া এক হইয়া গিয়াছে। এখানকার ঐ স্তরটির নাম চিল্‌পিঘাট শ্রেণী (আর, সি, বার্টন), স্থানান্তরে উহার নাম সোনাওয়ানি শ্রেণী। পরীক্ষার সাহায্যে প্রমাণিত হইয়াছে যে সোনাওয়ানি ও চিল্‌পিঘাট শ্রেণী সসার শ্রেণীর সহিত সমকালীন এবং উহার অন্তর্ভুক্ত। ধারওয়ার উপযুগের এই সসার-সকোলি শ্রেণীর চেয়ে প্রাচীনতর কোন শিলা বোধ হয় মধ্যপ্রদেশ অঞ্চলে নাই। তবে ইহাদের চেয়ে নবীনতর কয়েকটি উদ্‌বেধী শিলাদল রহিয়াছে। এইগুলি গ্র্যানিট, গ্র্যানোডায়োরাইট, পেগমাটাইট ইত্যাদি উপাদানে গঠিত। মধ্যপ্রদেশের সুবিস্তীর্ণ অঞ্চলে নাইস শিলার উদ্‌ভেদ দেখা যায়।

(খ) **সসার শ্রেণী**—এই স্তরটিতে ম্যাঙ্গানিজ আকরিকের প্রচুর মূল্যবান সঞ্চয় রহিয়াছে বলিয়া ইহা বরাবর ভূবিদগণের দৃষ্টি আকর্ষণ করিয়াছে। আবার ইহার মধ্যে গাঠনিক জটিলতা বহু প্রকারের। ভাঁজ, চ্যুতি, সংঘট্ট, ন্যাপে ইত্যাদি সকল প্রকার গাঠনিক বৈশিষ্ট্যই সসার শ্রেণীর মধ্যে প্রত্যক্ষ করা যায়। আধুনিক কালে সসার শ্রেণীর যে অনুক্রম প্রস্তাবিত হইয়াছে তাহা নিম্নে লিখিত হইল। (জি, এস, আই অফিসারগণ কর্তৃক ফারমোর ও ওয়েষ্টের বিবরণের পরিবর্তিত রূপ; ১৯৫৬ খ্রীঃ অনুষ্ঠিত মেক্সিকোর আই, জি, সি ম্যাংগানিজ সিম্পোসিয়াম দ্রষ্টব্য)।

গ্র্যানিট, পেগমাটাইট এবং কোয়ার্টজের ছোট ছোট উদ্‌বেধ
গ্র্যানিট নাইস এবং অন্যান্য নাইস উদ্‌বেধ

—অসংগতি—

সসার শ্রেণী {
- বিচুয়া সোপান
- জুনেওয়ানি সোপান
- চোরবাওলি সোপান
- গণ্ডাইট ও ম্যাঙ্গানিজবাহী স্তর
- মানসার সোপান (ম্যাঙ্গানিজ-সমৃদ্ধ)
- গণ্ডাইট ও ম্যাঙ্গানিজবাহী স্তর
- লোহাঙ্গি সোপান { লোহাঙ্গি অনুসোপান; উটেকাটা অনুসোপান; ক্যাড্‌বিখেরা অনুসোপান }
- সিতাসাওঙ্গি সোপান

—অসংগতি—

তিরোদি নাইস

—অসংগতি—

রূপান্তরিত শিলাদল

সসার শিলাস্তরগুলির উপাদান পূর্ব ও দক্ষিণাঞ্চলে বালি ও কাদায় সমৃদ্ধ, উত্তর ও পশ্চিমের দিকে উহা ক্যালসিয়াম-সমৃদ্ধ। উত্তর এবং পশ্চিমের দিকে রূপান্তরের মাত্রাও ক্রমশ বৃদ্ধি পায়। ম্যাঙ্গানিজ আকরিকে সমৃদ্ধ স্তরগুলি বিশেষত মান্‌সার সোপানের ঊর্ধ্বে, মধ্যে এবং নিম্নে দেখিতে পাওয়া যায়। সসার শ্রেণী হইতে ভূতত্ত্বীয় বয়স সম্পর্কিত কয়েকটি তেজস্ক্রিয় তথ্য পাওয়া গিয়াছে। কিন্তু সেগুলি হইতে বিভিন্ন ভঙ্গ ও রূপান্তরের বয়ঃকাল অনুমান করা যায়, মূল সসার স্তরটির অবক্ষেপগুলি কবে প্রথমে উৎপন্ন হইয়াছিল সে বিষয়ে কিছু নিশ্চিত স্থির করা যায় নাই। সসার শ্রেণীকে অনেকেই ধারওয়ার ও আরাবল্লী গোষ্ঠীর সমকালীন বলেন।

(গ) **সকোলি শ্রেণী**—নাগপুর এবং ভাণ্ডারা জেলার কতকগুলি কোয়ার্ট-জাইট, ফিলাইট, শ্লেট, হেমাটাইট, সিষ্ট ইত্যাদি শিলাস্তর লইয়া সকোলি শ্রেণী গঠিত। ইহার সহিত কিছু উদ্‌বেধী গ্র্যানাইট, পেগমাটাইট, ডলেরাইট ইত্যাদি সংশ্লিষ্ট আছে। সকোলি শ্রেণীকে সসার শ্রেণীর ঊর্ধ্বাংশের সহিত সমস্তরীয় গণ্য করা হয় (এল, এল, ফারমোর)। ভাণ্ডারা ত্রিভুজ নামক মধ্যপ্রদেশের অন্তর্ভুক্ত এক বিশেষ স্থানে সমীক্ষা করিয়া সকোলি শ্রেণী ও সংশ্লিষ্ট প্রাক্-কেম্ব্রিয়ান স্তরগুলির যে অনুক্রম পাওয়া গিয়াছে তাহা নিম্নরূপ (এস, এন, সরকার, ১৯৫৭):—

—খয়রাগড় গিরিজনি (৬০ কোটি বৎসর)—

খয়রাগড় শ্রেণী
- মঙ্গিখুটা অ্যান্‌ডেসাইট
- করুতোলা বেলেপাথর
- সিতাগোটা অ্যান্‌ডেসাইট (৬৪ কোটি বৎসর)
- বোরতালাও বেলেপাথর

ডোঙ্গারগড় গ্র্যানিট উদ্‌বেধ (৭১ হইতে ২০৩ কোটি বৎসর)

নন্দ্‌গাঁও শ্রেণী
- পিটেপানি অ্যানডেসাইট : নন্দ্‌গাঁও গিরিজনি (১২০ কোটি বৎসর)
- বিজ্‌লী রায়োলাইট (১২৬ কোটি বৎসর)

—সকোলি গিরিজনি (১৩৪ কোটি বৎসর)—

সকোলি শ্রেণী

—আমগাঁও গিরিজনি (১৪৩ হইতে ১৬৩ কোটি বৎসর)—

আমগাঁও শ্রেণী

উক্ত স্তরক্রম এবং তাহার কালমাত্রাগুলি প্রধানত বিভিন্ন মণিক নমুনার পটাসিয়াম-আর্গন আইসোটোপ অনুপাত অনুশীলন করিয়া এস, এন, সরকার প্রস্তাব করিয়াছেন।

2·9 কাড্ডাপা গোষ্ঠী (Cuddapah System)

(ক) **পরিচয়**—অন্ধ্ররাজ্যের অন্তর্গত কাড্ডাপা অববাহিকায় আর্কিয়ান নাইসের উপর অসংগত ভাবে বিন্যস্ত কয়েক হাজার ফুট গভীর একটি অপরিবর্তিত বা অল্প রূপান্তরিত পাললিক স্তরক্রম দেখা যায়। ইহার নাম কাড্ডাপা গোষ্ঠী (ডব্লু, কিং, ১৮৭২), কারণ ইহার আদর্শভূমি হইল কাড্ডাপা জেলা। এই জেলা এবং সংলগ্ন অঞ্চলের প্রায় ১৭,০০০ বর্গ মাইল স্থান ব্যাপিয়া একটি ২২০ মাইল লম্বা, অনূর্ধ্ব ৯৫ মাইল চওড়া অর্ধচন্দ্রাকৃতি উদ্‌ভেদের মধ্যে কাড্ডাপা গোষ্ঠী অবস্থিত। কাড্ডাপা গোষ্ঠীর ভূমিতে এপার্কিয়ান অসংগতি, শীর্ষে বিন্ধ্যযুগের কার্ণুল গোষ্ঠী ; অতএব ইহাকে ভারতীয় স্তরক্রমের পুরানা স্তর বলিয়া গণ্য করা হয়। ইহার ভূতত্ত্বীয় বয়স নব-প্রাক্‌কেম্ব্রিয়ান। কাড্ডাপা গোষ্ঠীর প্রাচীনতম শিলার তেজষ্ক্রিয়তা লব্ধ বয়স ১৪০ কোটি বৎসরের মতো—এই তথ্য উল্লিখিত সিদ্ধান্তকে সমর্থন করে। কাড্ডাপা গোষ্ঠীকে অনেক সময় পুরাণা গোষ্ঠী বলিয়া উল্লেখ করা হয়।

অর্ধচন্দ্রাকৃতি কাড্ডাপা উদ্‌ভেদের পূর্বসীমা অবতলীয়। এই পূর্বপ্রান্তেই স্তরের গভীরতা সর্বাধিক, প্রায় দশ হইতে তেরো হাজার ফুট। তবে কাড্ডাপা গোষ্ঠীর সর্বোচ্চ মোট গভীরতা প্রায় কুড়ি হাজার ফুটের মতো। কাড্ডাপা অবক্ষেপের উৎসাঞ্চল অববাহিকার দক্ষিণ-পশ্চিমে ও পশ্চিমে অবস্থিত ছিল বলিয়া অনুমান করা হয়। কারণ অববাহিকার পশ্চিমপ্রান্তে ভৌম (basal) কংগ্লোমারেট স্তর পাওয়া যায় এবং গঠনকারী কয়েকটি শিলাস্তরের মধ্যে দানার আকার পশ্চিম হইতে পূর্বে ক্রমান্বয়ে হ্রস্ব হইতে দেখা যায়। অববাহিকার পশ্চিমাংশে কাড্ডাপা গোষ্ঠীর বিশেষ গাঠনিক বিকৃতি হয় নাই। কিন্তু পশ্চিম হইতে পূর্ব সীমার দিকে অগ্রসর হইলে ভঙ্গ এবং রূপান্তর দুয়েরই মাত্রা বৃদ্ধি পায়। পূর্ব সীমার সংলগ্ন স্থানে ভাঁজগুলি অধিক নত, উহাদের অক্ষ সীমারেখার সহিত সমান্তরাল। সীমারেখার পূর্বস্থিত আর্কিয়ান নাইস স্তর (অপেক্ষাকৃত প্রাচীন) অনেক সময় সংঘট্টের ফলে কাড্ডাপা স্তরের উপর আসিয়া পড়িয়াছে। ভঙ্গ এবং পীড়নের প্রভাবে সীমারেখার নিকট কাড্ডাপা গোষ্ঠীর কোন কোন স্তর উচ্চমাত্রায় রূপান্তরিত হইয়াছে। উচ্চমাত্রায় রূপান্তরিত সম্ভাব্য কাড্ডাপা স্তরের অংশ কাড্ডাপা অববাহিকার বাহিরে পূর্বদিকে পাওয়া গিয়াছে। ইহা হইতে অনুমান করা হয় কাড্ডাপা স্তরের প্রাথমিক বিস্তৃতি বৃহত্তর ছিল, পরে ক্ষয়গ্রস্ত হইয়া ইহা সংকুচিত হইয়াছে।

কাড্ডাপা গোষ্ঠীর মধ্যে সাধারণত জীবাশ্মের কোন চিহ্ন নাই ; থাকিলেও তাহা অতি দুর্লভ*। আবার পাললিক হইলেও ইহা অল্পবিস্তর বিপর্যস্ত

* কিছু অ্যাল্‌গি পাওয়া গিয়াছে।

এবং অল্প রূপান্তরিত। নিম্নস্থ আর্কিয়ান নাইস স্তরের মতো ইহা তত সুপ্রাচীন নহে—আর্কিয়ানের মতো ইহা প্রবলরূপে বিপর্যস্ত নহে এবং ইহার শৈল উপাদানে রূপান্তরের মাত্রা ও পরিমাণও সেরূপ প্রবল নহে। এই প্রকৃতিগত বৈশিষ্ট্য কাড্ডাপা গোষ্ঠীর নব প্রাক্‌কেম্ব্রিয়ান বয়সকে সমর্থন করে। তেজস্ক্রিয়ামিতিক তথ্য হইতে কাড্ডাপা গোষ্ঠীর বয়স প্রায় ১৪০ কোটি বর্ষের মতো।

কাড্ডাপা গোষ্ঠীর ভূমি হইতে শীর্ষ পর্যন্ত শৈলরূপের (lithofacies) সমতা ও উৎপত্তিগত ঐক্যের জন্য উহাকে একটি একক গোষ্ঠী বলিয়া বর্ণনা করা হয়। প্রকৃতপক্ষে ইহা একাধিক ভূতত্ত্বীয় গোষ্ঠীর সমষ্টি। আভ্যন্তরীণ অসংগতি এবং অবক্ষেপণের পর্যায়ক্রম দ্বারা ইহাকে চারিটি স্তরে বিভক্ত করা যায়। এই বিভাগগুলিকে এক একটি সংঘ বলা চলে। কাড্ডাপা স্তরক্রমের গঠন, উপাদান, স্তরপ্রকৃতি, অনুক্রম ইত্যাদি বিশদভাবে অনুশীলন করিলে কয়েকটি বৈশিষ্ট্য লক্ষ্য করা যায়—(১) কাড্ডাপা গোষ্ঠীর উপবিভাগগুলি প্রত্যেকটি যথেষ্ট গভীর, ২,০০০ হইতে ১০,৫০০ ফুট পর্যন্ত এবং প্রত্যেকটি বিভাগ পৃথক্ এবং সুস্পষ্টরূপে সীমারেখিত। (২) প্রায় প্রত্যেকটি উপবিভাগের ভূমিতে ও শীর্ষে অসংগতি রহিয়াছে, অর্থাৎ প্রত্যেকটি উপবিভাগের অবক্ষেপণ একটি স্বতন্ত্র ভূতত্ত্বীয় ঘটনাচক্র। (৩) প্রত্যেক উপবিভাগের মধ্যে ভূমি হইতে শীর্ষের দিকে গঠন ও উপাদানের একই রকম ধারা পরিলক্ষিত হয়; যেমন, ভৌমস্তরগুলি অধিকাংশ ক্ষেত্রেই মোটা দানার বেলেপাথর জাতীয় শিলায় গঠিত এবং উপরের দিকে ক্রমশ পাওয়া যায় মিহি দানার মৃন্ময় অবক্ষেপ। ইহা হইতে প্রতীয়মান হয় যে প্রতিবার অববাহিকার ভূমি অবনমিত (subsided) হইয়াছিল; এবং পালালিক চক্র ধরণের ঘটনাক্রমের দ্বারা এক একটি উপবিভাগ উৎপন্ন হয়। এই সকল কথা বিচার করিয়া কেহ কেহ বলিয়াছেন যে কাড্ডাপা একটি একক গোষ্ঠী নহে, প্রকৃতপক্ষে ইহা একাধিক সংঘ (formation) বা গোষ্ঠীর সমষ্টি।

কাড্ডাপা গোষ্ঠীর মধ্যে আগ্নেয়োচ্ছ্বাসের দৃষ্টান্ত বিরল নহে। দুই প্রকার আগ্নেয় দেহই এখানে লক্ষ্য করা যায়—উদ্‌বেধী (intrusive) এবং উদ্‌গারী (effusive)। উদ্‌বেধী আগ্নেয় শিলা হইল কাড্ডাপার নিম্নাংশে অবস্থিত ভীমপল্লী সোপানের মধ্যে উদ্বিদ্ধ ডলেরাইটের সিল গোষ্ঠী। এই সিলগুলি কয়েক ফুট হইতে কয়েক শত ফুট গভীর হইতে পারে। ভীমপল্লীর চুনাপাথরের মধ্যে এই আগ্নেয় উদ্‌বেধের ফলে ব্যারাইট মণিকের (এ, এল, কুলসন, ১৯৩৩) সঞ্চয় উৎপন্ন হইয়াছে। ক্ষারীয় সিলগুলি ছাড়া কিছু উদ্‌গারী লাভাস্তর এবং টুফ্ জাতীয় অবক্ষেপ পরবর্তী স্তর

চেয়ার শ্রেণীর সহিত সংশ্লিষ্ট দেখা যায়। চেয়ার শ্রেণীর লাভান্তরগুলির সহিত চার্টের স্তরও দেখিতে পাওয়া যায়। নালামালাই বা কৃষ্ণা শ্রেণীর মধ্যে কোন আগ্নেয়োচ্ছ্বাসের নিদর্শন নাই। অনুমান করা হয় যে, কাড্ডাপার অন্তর্গত আগ্নেয়োচ্ছ্বাস প্রাক্‌-নালামালাই কালে ঘটিয়াছিল। মতান্তরে, অবশ্য, নালামালাই অবক্ষেপণের পরে এই আগ্নেয়োচ্ছ্বাস দেখা দেয়।

(খ) **কাড্ডাপা গোষ্ঠীর অনুক্রম**—১৮৭২ খ্রীঃ ডব্লু, কিং কাড্ডাপা গোষ্ঠীর যে শ্রেণীবিভাগ ও অনুক্রম প্রকাশিত করিয়াছিলেন, সাম্প্রতিক কালে তাহার মধ্যে বিশেষ কোন পরিবর্তন হয় নাই। এই অনুক্রমটি নিম্নে লিখিত হইল।

(গ) **কাড্ডাপা স্তরক্রমের বর্ণনা :**

কাড্ডাপা গোষ্ঠীর উপবিভাগগুলিকে শ্রেণী আখ্যা দেওয়া হয়। কিন্তু ইহাদের শ্রেণীর চেয়ে সংঘ (formation) নামে অভিহিত করা বোধ হয় সমীচীন; কারণ এগুলি অনেকটা শিলান্তরীয় একক, ঠিক কালান্তরীয় একক নহে। সেক্ষেত্রে কাড্ডাপা গোষ্ঠীকে কাড্ডাপা সংঘদল (group of formations) বলা উচিত। একই কারণে বিন্ধ্য গোষ্ঠী বা গণ্ডোয়ানা গোষ্ঠীকে বিন্ধ্য সংঘদল, গণ্ডোয়ানা সংঘদল বলিয়া এবং উহাদের উপবিভাগগুলিকে কৈমুর সংঘ, বরাকর সংঘ ইত্যাদি নামে অভিহিত করা উচিত।

পাপাঘ্‌নি শ্রেণী (বা সংঘ)—ইহার মধ্যে দুইটি উপবিভাগ আছে। নিম্নটির নাম গুলচেরু, ইহা প্রধানত গ্রীট, কংগ্লোমারেট এবং কোয়ার্টজাইটে গঠিত। এপার্কিয়ান অসংগতির ব্যবধানে ইহা আর্কিয়ান নাইসের উপর অধিশায়িত। কাড্ডাপা অববাহিকার পশ্চিমাংশে এই বিভাগটির অবক্ষেপ দেখিতে পাওয়া যায়। পাপাঘ্‌নি নদীর নামে পাপাঘ্‌নি সংঘের নামকরণ করা হইয়াছে, ইহা পেনার নদীর একটি উপনদী। গুলচেরু স্তরের মধ্যে প্রাচীনতর ধারওয়ার স্তরের জ্যাস্পার ও কোয়ার্টজের টুকরা দেখিতে পাওয়া যায়। গুলচেরু বেলেপাথরের মধ্যে দানার আকার পশ্চিম হইতে পূর্ব অভিমুখে ক্রমান্বয়ে হ্রাসপ্রাপ্ত হয়।

পাপাঘ্‌নি সংঘের উর্ধ্বস্তর ভীমপল্লী প্রধানত মিহি দানার চুনাপাথর, চার্ট এবং সেল দ্বারা গঠিত। ইহাদের আবহবিকারগ্রস্ত উপরিতলের উপর একপ্রকার গাঠনিক বৈশিষ্ট্য দেখা যায় যেগুলি অ্যালগা নামক এক আদিম উদ্ভিদকুলের ক্রিয়ার নিদর্শন বলিয়া অনুমান করা হয়। এই স্তরের মধ্যে অনেক উদ্‌বেধী ক্ষারীয় সিল আছে। এবং তাহাদের প্রভাবে ব্যারাইট ও অ্যাস্‌বেসটস মণিকের মূল্যবান সঞ্চয় উৎপন্ন হইয়াছে। পাপাঘ্‌নি শ্রেণীর সর্বোচ্চ গভীরতা প্রায় সাড়ে চার হাজার ফুট। এই শ্রেণীর মধ্যে কোন আভ্যন্তরীণ অসংগতি নাই।

চেয়ার শ্রেণী (বা সংঘ)—চেয়ার নদীর নামে এই সাড়ে দশ হাজার ফুট গভীর স্তরটির নামকরণ করা হইয়াছে। ইহার ভূমিতে পাপাঘ্‌নি শ্রেণীর সংযোগস্থলে একটি অসংগতি আছে। অবশ্য এ বিষয়ে কিছু মতদ্বৈধও আছে। একটি উত্তরাংশে ও একটি দক্ষিণাংশে—চেয়ার শ্রেণীর দুইটি প্রধান উদ্‌ভেদ আছে। উত্তরাঞ্চলে চেয়ার শ্রেণীর দুইটি উপবিভাগ। নিম্ন উপবিভাগটির নাম পুলিভেণ্ডলা ; ইহা গ্রীট, বেলেপাথর, কোয়ার্টজাইট ইত্যাদিতে গঠিত। ইহার উপর সংগতভাবে শয়িত উর্ধ্ব উপবিভাগটির নাম টড্‌পট্রির—ইহা প্রধানত সিলিকা সমৃদ্ধ চুনাপাথর, স্লেট, সেল এবং পুরু পুরু আগ্নেয় স্তরে গঠিত। আগ্নেয় স্তরগুলিকে সিল বলা হইয়াছে, তবে কিছু উদ্‌গারী লাভাও থাকার সম্ভাবনা রহিয়াছে। পোরসিলেনাইট শিলাও এই স্তরে পাওয়া যায়। দক্ষিণাঞ্চলের যে উদ্‌ভেদটি তাহাতে পুলিভেণ্ডলা স্তরটিকে নাগারি সোপান এবং টড্‌পট্রির স্তরটিকে পুলম্‌পেট-সোপান নাম দেওয়া হইয়াছে। উহাদের শৈল প্রকৃতি উত্তরস্থ স্তরগুলির সহিত সদৃশ। চেয়ার শ্রেণীর উপর নবীনতর কাড্ডাপা স্তরগুলির এবং কার্ণুল গোষ্ঠীর প্রাবরণ (overlap) দেখিতে পাওয়া যায়।

নালামালাই শ্রেণী (বা সংঘ)—ইহার ভূমিতে ও শীর্ষে সুস্পষ্ট অসংগতি রহিয়াছে, কিন্তু কোন আভ্যন্তরীণ অসংগতি ইহার মধ্যে নাই।

ইহার মধ্যেও যথারীতি দুইটি উপবিভাগ—নিম্ন বিভাগটি মোটা দানার কর্করীয় শিলায় গঠিত এবং ঊর্ধ্ব বিভাগটি মিহি দানার মৃন্ময় শিলায় গঠিত। প্রথমোক্তটির নাম বাইরেনকোণ্ডা, প্রধানত কোয়ার্টজাইটে গঠিত। শেষোক্তটির নাম কুম্‌বুম্; ইহা সেল, স্লেট ও কিছু সিস্টে গঠিত। কুম্‌বুম্ স্তরটি ভাঁজ এবং তজ্জনিত রূপান্তরের ফলে সেল হইতে স্লেট ও অংশত সিস্টে পরিণত হইয়াছে। নালামালাই সংঘ ভঙ্গের দ্বারা বিশেষ প্রভাবিত হইয়াছে। ইহার গভীরতা প্রায় সাড়ে তিন হাজার ফুট। নালামালাই পর্বতের নামানুসারে ইহার নাম দেওয়া হইয়াছে। ইহার মধ্যে কোন আগ্নেয় শিলা দেখা যায় না। নালামালাই স্তরের উদ্‌ভেদ অন্যান্য স্তরের উদ্‌ভেদ অপেক্ষা আয়তনে বৃহত্তর। ইহার মধ্যে কিছু ধাতব আকরিক (তামা, সীসা, দস্তা) আছে।

কৃষ্ণা শ্রেণী (বা সংঘ)—ইহার নীচে অসংগতভাবে অবস্থিত নালামালাই শ্রেণী। ইহার শীর্ষে অসংগতভাবে অধিশয়িত নিম্ন বিন্ধ্য উপযুগের কার্ণ‍ুল সংঘ। ইহার মধ্যে তিনটি উপবিভাগ আছে। নিম্নটির নাম ইর্‌লাকোণ্ডা—উহা প্রধানত কোয়ার্টজাইটে গঠিত। পরবর্তী স্তর কোলামনালা সেল। ঊর্ধ্ব স্তরটি শ্রীশৈলম, কোয়ার্টজাইটে গঠিত। কৃষ্ণানদীর নামে কৃষ্ণা সংঘটির নাম হইয়াছে। কৃষ্ণা সংঘ অনেক সময় নিম্নস্থ স্তরগুলিকে প্রাবৃত করিয়া আর্কিয়ান নাইসের উপর অধিশয়ন করিয়াছে। আবার অনেক সময় ইহাকে কার্ণ‍ুল সংঘের তলদেশে আনত হইতে দেখা যায়।

(ঘ) **কাড্ডাপা সংঘের অন্তর্গত আগ্নেয় শিলা:** কাড্ডাপা অববাহিকা হইতে প্রায় ২৫ মাইল পশ্চিমে অনন্তপুর জেলার ওয়াজরা কারুর নামক গ্রামে প্রায় এক বর্গ-মাইল পরিমিত স্থানে প্রাচীন, পরিবর্তিত, ধূসর-সবুজ একটি ক্ষারীয় শিলার উদ্‌ভেদ দেখিতে পাওয়া যায়। অনুমান করা হয় ইহা একটি আগ্নেয়গিরির গলদেশ (volcanic neck) এবং কাড্ডাপা সংঘের নিম্নাংশে যে ক্ষারীয় আগ্নেয় শিলা পাওয়া যায় তাহা সম্ভবত এই পথেই উদ্বিদ্ধ বা উদ্‌গীর্ণ হইয়াছিল। ইহা ছাড়া ভীমপল্লী স্তর বা টড্‌পট্রির স্তরের মধ্যে অনেক উদ্‌বেধী আগ্নেয় সিল আছে, সেগুলি ডলেরাইট ও বেসল্টে গঠিত। টড্‌পট্রির এক-একটি সিল ২০০ হইতে ৩০০ ফুট পর্যন্ত গভীর হইতে পারে। সন্দেহাতীত না হইলেও একটি ধারণা অনুসারে চেয়ার শ্রেণীর এই আগ্নেয় শিলাস্তরগুলির মধ্যে কিছু লাভাস্তরও আছে। এই ক্ষারীয় আগ্নেয়োচ্ছ্বাস চেয়ার অবক্ষেপণের সমাপনকালে প্রাক্-নালামালাই সময়ে হইয়াছিল বলিয়া বিশ্বাস করা যায়। অবশ্য মতান্তরে ইহা নালামালাই উপযুগ বা কিঞ্চিৎ পরবর্তী কালে হইয়াছিল।

2·10 ভারতীয় উপদ্বীপে প্রাক্‌কেম্ব্রিয়ান স্তরের পারম্পর্য (correlation of the Precambrians of the Peninsula) :

ভারতীয় উপদ্বীপের বিভিন্ন অংশে যে সকল প্রাক্‌কেম্ব্রিয়ান স্তরক্রম দেখা যায় (যেমন রাজস্থান, মহীশূর-মহারাষ্ট্র, সিংভূম-গাংপুর, মধ্যপ্রদেশ ইত্যাদি) তাহাদের মধ্যে একটি সম্ভাব্য পারম্পর্য প্রতিষ্ঠা করার চেষ্টা বহুকাল যাবৎ চলিয়া আসিতেছে, কিন্তু একাধিক কারণে তাহা সম্পূর্ণ সাফল্য লাভ করে নাই। এই ব্যর্থতার মূল কারণ হইল এই সকল শিলাস্তরের পারস্পরিক দূরত্ব, উহাদের প্রবল রূপান্তর ও গাঠনিক বিপর্যয়, জীবাশ্মের অভাব এবং তেজস্ক্রিয় তথ্যের পারস্পরিক সংঘর্ষ।

উপদ্বীপের প্রাক্‌কেম্ব্রিয়ান স্তরগুলির পারম্পর্য নির্ণয়ের প্রথম সার্থক প্রয়াস এল, এল, ফারমোরের (১৯৩৬—৪০)। তিনি সমগ্র প্রাক্‌কেম্ব্রিয়ান উদ্‌ভেদকে দুইটি অঞ্চলে বিভক্ত করেন ঃ—(ক) চার্ণকাইট প্রদেশ—ইহা উচ্চমাত্রার রূপান্তরিত শিলায় গঠিত, (খ) অ-চার্ণকাইট প্রদেশ—ইহা অপেক্ষাকৃত কম মাত্রার রূপান্তরিত শিলা ও আগ্নেয় শিলায় গঠিত। উপদ্বীপের প্রায় মাঝ-বরাবর একটি পূর্ব হইতে পশ্চিমে বিস্তৃত বক্ররেখা দ্বারা এই দুইটি অঞ্চলকে বিভক্ত করা হয়। এই দুইটি অঞ্চলকে আবার শৈল উপাদান ও অন্যান্য ভিত্তিতে একাধিক অংশে ও স্তরে উপবিভক্ত করা হয়। কিন্তু পরবর্তী কালে ক্রমশ প্রকাশ পায় যে উচ্চমাত্রায় রূপান্তরিত শিলা কেবল চার্নকাইট প্রদেশেই সীমিত নহে এবং ব্যাণ্ডেড-আয়রণ-ওর (ডোরাকাটা-লৌহ-আকরিক) প্রাক্‌-কেম্ব্রিয়ানের পরবর্তী কালেও অবক্ষিপ্ত হইয়াছিল। অতঃপর ফারমোরের প্রাক্‌কেম্ব্রিয়ান শ্রেণীবিভাগ ও পারম্পর্য নির্ধারণের প্রয়াসটি কার্যত পরিত্যক্ত হয়।

ইহার পর আর্থার হোমস্‌ প্রায় কুড়ি-বাইশ বৎসর পূর্বে তেজস্ক্রিয়তা-লব্ধ তথ্যের সাহায্যে ভারতের প্রাক্‌কেম্ব্রিয়ান স্তরগুলির এবং উহাদের সংশ্লিষ্ট গিরিজনি পর্যায়গুলির একটি শ্রেণীবিভাগ ও পারম্পর্য প্রতিষ্ঠায় প্রয়াসী হন। তিনি প্রথমে বিশেষ বিশেষ গিরিজনি-চক্রের (orogenic cycle) শেষমুখে উৎপন্ন তেজস্ক্রিয় মণিকের আইসোটোপ অনুপাত পরীক্ষামূলক বিশ্লেষণের দ্বারা নির্ণয় করিয়া তাহা হইতে ঐ সকল গিরিজনি চক্রের অন্ত-পর্যায়ের বয়স নির্ধারণ করেন। পরে তিনি সমস্ত ভারতীয় গিরিজনি চক্র বা বিপর্যয় চক্রগুলিকে (diastrophic cycle) শ্রেণীবিভক্ত করেন। তাঁহার প্রদত্ত নিম্নলিখিত বিভাগ-প্রণালীটি ভারতের প্রাক্‌কেম্ব্রিয়ান স্তরের শ্রেণীবিভাগ বা পারম্পর্য নির্ণয়ের ক্ষেত্রে আধুনিক অনুশীলনের মূল কাঠামো—(১) আরাবল্লী-ধারওয়ার-চক্র (২) পূর্বঘাট-চক্র (৩) সাতপুরা-চক্র (৪) দিল্লী-কাড্ডাপা চক্র এবং (৫) বিন্ধ্য চক্র।

পরবর্তী কালে এস, এন, সরকার, এ, কে, সাহা, অশ্বত্থনারায়ণ ও অনেক বিদেশী বৈজ্ঞানিকের সম্মিলিত প্রচেষ্টায় উপদ্বীপের বিভিন্ন গিরিজনি চক্র ও রূপান্তর চক্রের তেজষ্ক্রিয়তা-লব্ধ-বয়স জানা গিয়াছে। ভারতীয় উপদ্বীপের বিভিন্ন অঞ্চলে প্রাক্‌কেম্ব্রিয়ান স্তরক্রমের বিশদ স্তরতত্ত্বীয়, ভূগাঠনিক এবং রূপান্তর-সংক্রান্ত অনুশীলন এবং প্রায় পাঁচ শতাধিক তেজষ্ক্রিয়ামিতিক তথ্য হইতে সরকার (১৯৬৮) নিম্নলিখিত ছকে ভারতীয় প্রাক্‌কেম্ব্রিয়ান গিরিজনি-রূপান্তর-চক্রগুলির একটি অনুক্রম প্রস্তাব করিয়াছেন। ইহা ভারতীয় প্রাক্‌কেম্ব্রিয়ান পারম্পর্যের আধুনিকতম রূপ বলা যায়।

প্রাক্‌কেম্ব্রিয়ান ৫ (৬০ হইতে ৯০ কোটি বর্ষ)	ঃ ছত্তিসগড় অববাহিকা,* ঊর্ধ্ব বিন্ধ্য, খয়রাগড়, মালানি, মুঙ্গের।
প্রাক্‌কেম্ব্রিয়ান ৪ (৯০ হইতে ১৬০ কোটি বর্ষ)	ঃ কাড্ডাপা, নিম্ন বিন্ধ্য, সাতপুরা, আরাবল্লী, দিল্লী।
প্রাক্‌কেম্ব্রিয়ান ৩ (১৬০ হইতে ২৫০ কোটি বর্ষ)	ঃ সাতপুরা, আরাবল্লী (আংশিক), আমগাঁও, পূর্বঘাট (খ)।
প্রাক্‌কেম্ব্রিয়ান ২ (২৫০ হইতে ৩০০ কোটি বর্ষ)	ঃ আয়রণ-ওর, ধারওয়ার, ব্যাণ্ডেড নাইস, বুন্দেলখণ্ড, পূর্বঘাট (ক)।
প্রাক্‌কেম্ব্রিয়ান ১ (৩০০ হইতে ৩৫০ কোটি বর্ষ)	ঃ ওলডার মেটামর্ফিক্‌স শিলাদল (বিহার-উড়িষ্যা), 'ভূমিস্তর' (basement, রাজস্থান, দক্ষিণ ভারত)।

উল্লিখিত শ্রেণীবিভাগের মূলে প্রধানত নিম্নলিখিত সিদ্ধান্তগুলি রহিয়াছে ঃ

(১) সিংভূমের ওলডার মেটামর্ফিক্‌স শিলাদল (৩২০ কোটি বর্ষ) ভারতের প্রাচীনতম গিরিজনি বলয়। ৩০০ কোটি বর্ষ অপেক্ষা প্রাচীনতর 'ভূমিস্তর' (basement) রাজস্থান, মাদ্রাজ ও মহীশূরে আছে বলিয়া বিশ্বাস করা হয়।

(২) ধারওয়ার, আয়রণ-ওর, চার্ণকাইট-খণ্ডালাইট (পূর্বঘাট—ক), ব্যাণ্ডেড নাইস এবং বুন্দেলখণ্ড গিরিজনি চক্রগুলি এবং সংশ্লিষ্ট বিস্তীর্ণ আগ্নেয়োচ্ছ্বাসগুলি একই কালপর্যায়ভুক্ত বলিয়া বিবেচনা করা হয় কারণ এগুলি সবকয়টিই ২৫০ হইতে ২৭০ কোটি বর্ষ পূর্বে সমাপ্ত হয়।

* রায়পুর—বিলাসপুর—রায়গড় অঞ্চল।

(৩) বিহারের সিংভূম গিরিজনি (সরকার ও সাহার) চক্র (৮৫ কোটি বর্ষ) ও নিম্নলিখিত স্থানগুলিতে রূপান্তর ও গ্র্যানিট উদ্‌বেধের সহিত সমপর্যায়-ভুক্ত—গয়া (৯৫ কোটি বর্ষ), গুরপা (৯৩ কোটি বর্ষ), রাঁচি-মুরী (৮৯ হইতে ৯৭ কোটি বর্ষ), ধানবাদ (৮৯ হইতে ১০৯ কোটি বর্ষ), সসার (৮৬ হইতে ১০০ কোটি বর্ষ)। এই রূপান্তর-গ্র্যানিট উদ্‌বেধের ঘটনাগুলি সবই সাতপুরা চক্রের অন্তর্গত এবং, সাতপুরা চক্রটি আরাবল্লী চক্রের সহিত (৯৫ কোটি বর্ষ) মোটামুটিভাবে সমবয়সী।

(৪) বিহারের অন্তর্গত সিংভূম জেলার (উত্তর সিংভূমের) আয়রণ-ওর স্তর (সিংভূম শ্রেণী) ও ধানজোরি স্তর এবং সুন্দরগড় জেলার গাংপুর স্তর ১৭০ হইতে ২০০ কোটি বর্ষ পূর্বে অবক্ষিপ্ত হইয়াছিল। কোল্‌হান অবক্ষেপণের বয়স প্রায় ১৬০ কোটি বর্ষ। আরাবল্লী স্তর অবক্ষিপ্ত হয় ২০০ কোটি বর্ষ পূর্বে।

(৫) কাড্ডাপা 'গোষ্ঠী'র অবক্ষেপণ সুরু হয় ১৫০ (বা ১৪০) কোটি বর্ষ পূর্বে, কালাড্‌গি সংঘ ইহার সহিত সমবয়সী। শোন উপত্যকায় নিম্ন বিন্ধ্য অবক্ষেপণ সুরু হয় ১১০ কোটি বর্ষ পূর্বে এবং ঊর্ধ্ব বিন্ধ্য অবক্ষেপণ সুরু হয় প্রায় ৯২ কোটি বর্ষ পূর্বে। কার্ণুল এবং ভীমা স্তরকে বিন্ধ্য স্তরের সহিত সমকালীন গণ্য করা হয়।

(৬) দিল্লী চক্র সমাপ্ত হয় ৭৫ কোটি বর্ষ পূর্বে ; মালানি আগ্নেয়োচ্ছ্বাসের বয়স প্রায় ৬০ কোটি বর্ষ। প্রায় ৭০ হইতে ৮০ কোটি বর্ষ পূর্বে একবার এবং ২০০ কোটি বর্ষ পূর্বে একবার, দক্ষিণ ভারতের কোন কোন অংশে গুরুত্বপূর্ণ আগ্নেয়োচ্ছ্বাস ও শিলা রূপান্তর ঘটিয়াছিল। পূর্বঘাট অঞ্চলে অনুরূপ ঘটনা ঘটে ১৬০ কোটি বর্ষ পূর্বে, মধ্যপ্রদেশ অঞ্চলে একবার ২১০ কোটি বর্ষ পূর্বে, একবার ১৪৫ কোটি বর্ষ হইতে ১৭৫ কোটি বর্ষের মধ্যে, একবার ১৩০ কোটি বর্ষ পূর্বে এবং একবার ৯০ কোটি বর্ষ পূর্বে।

(৭) একটি অপেক্ষাকৃত নবীন যুগের গিরিজনি-রূপান্তর-গ্র্যানিট উদ্‌বেধ চক্র (ইহার নাম ভারত মহাসাগর চক্র) রাজস্থান, মুঙ্গের, আসাম, ত্রিবাঙ্কুর এবং সিংহল অঞ্চলকে ৪৫ হইতে ৬০ কোটি বর্ষ পূর্বে প্রভাবিত করিয়াছিল।

প্রাক্‌কেম্ব্রিয়ান অধিযুগে ভারতীয় উপদ্বীপের প্রধান প্রধান ভূতত্ত্বীয় ঘটনাবলীর যে পুরাকালনিরূপণ (geochronology) উল্লিখিত হইয়াছে তাহা বর্তমানে ঠিক সম্পূর্ণ গ্রহণযোগ্য কিনা এবিষয়ে মতদ্বৈধ আছে। এই প্রস্তাবিত কাল-ঘটনা-ক্রম মূলত তেজস্ক্রিয়ামিতির (radiometry) উপর প্রতিষ্ঠিত। কিন্তু তেজস্ক্রিয়ামিতি এখনও বহু অদৃষ্ট ভৌত কারণের জন্য ত্রুটিহীন হইয়া ওঠে নাই। সুতরাং, উপরোক্ত কালনিরূপক সিদ্ধান্তগুলি নির্বিবাদে গ্রহণ করিবার পূর্বে পুনঃপরীক্ষার দ্বারা এবং প্রাক্‌কেম্ব্রিয়ান স্তর-

ক্রমগুলির বিশদ ভূতত্ত্বীয় অনুশীলন দ্বারা উহাদের উত্তমরূপে যাচাই করিয়া লওয়া আবশ্যক।

গ্রন্থপঞ্জী

(১) ওয়াদিয়া, ডি, এন (১৯৬০)—জিওলজি অব্ ইণ্ডিয়া, ম্যাকমিলান কোং, লণ্ডন।

(২) কৃষ্ণন, এম, এস (১৯৬৮)—জিওলজি অব্ ইণ্ডিয়া অ্যাণ্ড বার্মা, হিগিনবোথামস (প্রাঃ) লিঃ, মাদ্রাজ।

(৩) গানসার, এ (১৯৬৪)—জিওলজি অব্ দি হিমালয়া।

(৪) প্যাস্কো, ই (১৯৫৯)—এ ম্যানুয়াল অব্ দি জিওলজি অব্ ইণ্ডিয়া অ্যাণ্ড বার্মা, ১ম খণ্ড, ভারত সরকার প্রেস, কলিকাতা।

তৃতীয় অধ্যায়

বিন্ধ্য 'গোষ্ঠী' (Vindhyan 'System')

3·1 সাধারণ পরিচয় (introduction)

মধ্যভারতের বিখ্যাত বিন্ধ্য পর্বতের নামানুসারে টি. ওল্‌ঢাম ১৮৫৬ খ্রীঃ বিন্ধ্য স্তরটির নামকরণ করেন। শোননদীর উপত্যকা এবং বুন্দেলখণ্ডের মালভূমি বিন্ধ্য 'গোষ্ঠী'র আদর্শভূমি। বিন্ধ্য পর্বত এই শিলাস্তরেই গঠিত। পূর্ববর্তী অধ্যায়ে বলা হইয়াছে যে বিন্ধ্য 'গোষ্ঠী'কে বিন্ধ্য সংঘদল নামে অভিহিত করাই যুক্তিযুক্ত, কারণ ইহার চারিটি উপবিভাগের প্রত্যেকটি এক-একটি সংঘ (formation)। অতএব বিন্ধ্য স্তর একটি সংঘদল (group of formations)। বিন্ধ্য সংঘদল সাধারণভাবে রূপান্তর ও বিপর্যয় হইতে মুক্ত, অল্পনত, একটি পাললিক স্তরক্রম। উহা প্রধানত সেল-বেলেপাথর-চুনাপাথরে গঠিত এবং আর্কিয়ান শিলা বা অন্য প্রাক্‌কেম্ব্রিয়ান স্তরের উপর অসংগতভাবে বিন্যস্ত। বিন্ধ্য স্তরক্রমটি পরীক্ষা করিলে প্রতীয়মান হয় যে উহা একটি মিশ্র সামুদ্রিক-মহাদেশীয় রূপের অবক্ষেপ। অবশ্য ইহা বিশেষ লক্ষণীয় যে বিন্ধ্য স্তর কার্যত জীবাশ্মহীন ; কেবল কিছু অণুজীবাশ্মের অস্তিত্ব ইহার মধ্যে প্রমাণিত হইয়াছে। বিন্ধ্য স্তরের ভূতত্ত্বীয় বয়স বিশদভাবে বলিতে গেলে পর-আর্কিয়ান (post Archean) এবং পর-পুরাণা (post-Purana) ; ইহা প্রাক্‌-গণ্ডোয়ানাও (pre-Gondwana) বটে। কিন্তু ইহার প্রকৃত বয়স ভারতীয় স্তরবিদ্যার এক অতিশয় বিতর্কিত অধ্যায়। তাহার কারণ বিন্ধ্য স্তরের অব্যবহিত পরবর্তী স্তরটি কি, ভারতীয় উপদ্বীপে পুরাজীবীয় যুগে দীর্ঘ অবক্ষেপণ বিরতি ও স্তরক্রমের অসম্পূর্ণতার জন্য তাহা জানা যায় নাই। সকল তথ্য প্রমাণ বিচার করিলে মনে হয়, বিন্ধ্য স্তরের বয়স শেষ নব প্রাক্‌কেম্ব্রিয়ান হইতে কেম্ব্রিয়ানের মধ্যে সীমিত। আদর্শভূমি অর্থাৎ শোন উপত্যকা-বুন্দেলখণ্ড অঞ্চলে (ইহা বিহার, উত্তরপ্রদেশ ও মধ্যপ্রদেশের অন্তর্ভুক্ত) বিন্ধ্য স্তরের উদ্‌ভেদ প্রায় ৪০,০০০ বর্গ-মাইল পরিমিত স্থানের উপর বিস্তৃত। অবশ্য এই উদ্‌ভেদের পশ্চিমাংশ শোন-বুন্দেলখণ্ড অঞ্চলকে অতিক্রম করিয়া পূর্ব-রাজস্থানের মধ্যে চিতোর পর্যন্ত গিয়াছে। বিন্ধ্য স্তরটির সংস্থান বুন্দেলখণ্ড গ্র্যানিটদেহের পরিপার্শ্বস্থ। ইহার সর্বাধিক মোট গভীরতা প্রায় ১৪,০০০ ফুটের মতো। গাঠনিক বিকৃতির পরিমাণ বিন্ধ্য স্তরের মধ্যে অপেক্ষাকৃত অল্প। সাধারণত অল্পনত হইলেও ইহা কোথাও

কোথাও বলিত (folded)। ইহার মধ্যে বেলেপাথরের ডাইক (sandstone dyke), পালালিক কংগ্লোমারেট এবং সমসাময়িক ভূসংক্ষোভের অনেক নিদর্শন আছে।

3·2 ভারতবর্ষে বিন্ধ্য দলের ভৌগোলিক বিন্যাস (geographic distribution of the Vindhyans in India)

ভারতীয় উপদ্বীপের উত্তরাংশে সর্বপ্রধান বিন্ধ্য উদ্‌ভেদ হইল আদর্শভূমি শোন উপত্যকা ও বুন্দেলখণ্ডে। ইহা আবার পূর্ব রাজস্থানের মোটামুটি একটি বড় উদ্‌ভেদের সহিত সংযুক্ত। পশ্চিম রাজস্থানে বিন্ধ্য শিলার কয়েকটি অসংলগ্ন উদ্‌ভেদ দেখিতে পাওয়া যায়। ইহা ছাড়া ধর অরণ্য এবং ঝাল্‌রা পতনের ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র উদ্‌ভেদ উল্লেখযোগ্য।

ভারতীয় উপদ্বীপের দক্ষিণাংশে বিন্ধ্য যুগীয় (?) স্তরের তিনটি প্রধান উদ্‌ভেদ দেখা যায়। একটি হইল ভীমা নদীর উপত্যকায় মহীশূরের অন্তর্গত বিজাপুর ও গুলবর্গা জেলার ভীমা শ্রেণী। দ্বিতীয়টি হইল অন্ধ্ররাজ্যের অন্তর্গত কার্ণুল জেলার কার্ণুল গোষ্ঠী। তৃতীয়টি হইল অন্ধ্ররাজ্যের অন্তর্গত গোদাবরী উপত্যকার নিম্নাংশে অবস্থিত সুলেভাই শ্রেণী।

হিমালয়ের পার্বত্য অঞ্চলে বিন্ধ্য সংঘদলের সমসাময়িক স্তরের মধ্যে নিম্নলিখিত নামগুলি উল্লেখযোগ্য। স্পিটি-লাহুল জেলার হৈমন্ত গোষ্ঠী, পশ্চিম হিমালয়ের জীবাশ্মহীন গভীর স্লেট স্তর, কুমায়ুনের গাবিয়াং এবং র‍্যালাম শ্রেণী, নিম্ন হিমালয় বলয়ের জনসর শ্রেণী ইত্যাদি কয়েকটি জীবাশ্ম-হীন স্তর এবং দার্জিলিঙের বক্সা শ্রেণী বিন্ধ্য স্তরের সম্ভাব্য সমসাময়িক বলিয়া অনুমান করা হয়।

3·3 বিন্ধ্যদলের ভূতত্ত্বীয় বয়স (geological age)

(ক) **বয়স নির্ধারণের সমস্যা**—বিন্ধ্য স্তরের ভূতত্ত্বীয় বয়স নির্ধারণ একটি কঠিন সমস্যা। ভারতীয় স্তরক্রমের ইহা একটি বিতর্কিত স্তর। চতুর্বিধ সমস্যায় পড়িয়া ইহার বয়স নির্ধারণের ব্যাপারটি জটিল হইয়া দাঁড়াইয়াছে। প্রথমত, ভারতীয় উপদ্বীপের ভূতত্ত্বীয় ইতিহাসে প্রচুর ছেদ ও বিরতির প্রভাবে এখানকার স্তরক্রম অসম্পূর্ণ; বিন্ধ্য দলের অব্যবহিত পরবর্তী স্তরের কোন হদিস পাওয়া যায় না। দ্বিতীয়ত, বিন্ধ্য দল কার্যত জীবাশ্ম-হীন (অণুজীবাশ্মকে বিবেচনা হইতে আপাতত বাদ দেওয়া হইল)। তৃতীয়ত, বিন্ধ্য দলের বিভিন্ন উদ্‌ভেদগুলি বিচ্ছিন্ন এবং অসংলগ্ন; উহাদের পারম্পর্য নির্ণয় করা কঠিন। চতুর্থত, বিন্ধ্য অবক্ষেপের অধিকাংশই, বিশেষত ঊর্ধ্ব বিন্ধ্য স্তর, সমুদ্রজাত নহে, ফলে অন্যান্য প্রমাণ অনুক্রমের সহিত ইহার তুলনা সার্থক হয় না।

(খ) **স্তরীয় অবস্থানগত নিদর্শন** (stratigraphic evidences) :—প্রথমে বিন্ধ্য স্তরের নিম্নসীমা ধরা যাউক। ইহার অধঃস্তরে সর্বদাই অসংগতি দেখা যায়। তাহার নিম্নে হয় আর্কিয়ান যুগের নাইস নতুবা অন্য কোন প্রাক্‌কেম্ব্রিয়ান শিলাস্তর সাধারণত থাকে। শেষোক্ত শিলাস্তরগুলির কোন-কোনটি পর-আর্কিয়ান অর্থাৎ নব প্রাক্‌কেম্ব্রিয়ান হইতে পারে। অতএব, বিন্ধ্য স্তরের নিম্নসীমা নব প্রাক্‌কেম্ব্রিয়ান অপেক্ষা প্রাচীনতর হইতে পারে না। বিন্ধ্য স্তরের উর্ধ্বসীমা নিরূপণ করা শক্ত। মাঠে সরাসরি বিন্ধ্য দলের উপরে যে স্তরটি বিন্যস্ত তাহা ডেকান ট্র্যাপ সংঘ। অতএব প্রত্যক্ষ প্রমাণে বিন্ধ্য দলের উর্ধ্বসীমা প্রাক্‌-ডেকান ট্র্যাপ। পরোক্ষ প্রমাণে বিন্ধ্য দলের উর্ধ্বসীমা প্রাক্‌-পার্মিয়ান, কারণ ভৌম পার্মিয়ান (basal Permian) কালের নিম্ন গণ্ডোয়ানা গণ্ডশিলাস্তরের মধ্যে (lower Gondwana Boulder Bed) বিন্ধ্য কোয়ার্টজাইটের খণ্ড পাওয়া গিয়াছে। এইভাবে অবস্থানগত প্রমাণ হইতে বলা যায় যে বিন্ধ্য দলের উর্ধ্বসীমা কার্বনিফেরাস অপেক্ষা নবীনতর নহে। কিন্তু যেহেতু বিন্ধ্যস্তর ও গণ্ডোয়ানা গণ্ডশিলাস্তরের মধ্যে একটি দীর্ঘমেয়াদী ছেদ রহিয়াছে এবং উহাদের কাল-ব্যবধান বিরাট, অতএব বিন্ধ্যস্তরের উর্ধ্বসীমা আরও সঙ্কুচিত হইবে। বিশেষত, বিন্ধ্য স্তরক্রমের মোট গভীরতা যখন ১৪,০০০ ফুটের অধিক নহে তখন ইহার কাল-পরিসর নিশ্চয় অনেক সংক্ষিপ্ততর।

(গ) **জৈব নিদর্শন** (fossil evidences) :—বিন্ধ্য দল কার্যত জীবাশ্মহীন। স্বাভাবিক চক্ষে (unaided eye) পরীক্ষা করা চলে এরূপ জীবাশ্ম* বিন্ধ্য স্তরের মধ্যে খুবই বিরল। কয়েক দশক পূর্বে মধ্যপ্রদেশের রামপুর রাজ্যের নিম্ন বিন্ধ্য স্তর হইতে জোন্‌স প্রথম কয়েকটি সম্ভাব্য জৈব অবশেষ আবিষ্কার করেন। চাকতির ন্যায় আকৃতিযুক্ত এই অঙ্গারময় জৈব দেহচিহ্নগুলিকে বিভিন্ন জীবাশ্ম-বিজ্ঞানী বিভিন্নশ্রেণীর জীবাশ্ম বলিয়া সনাক্ত করেন। মেল, টেরোপোড, আদিম ব্র্যাকিওপোড (যেমন অ্যাক্রোথিল, প্রোটোবোলেলা, কুক্ষনিয়া, ফার্মোরিয়া, বিন্ধিয়ানেলা) ইত্যাদি বিভিন্ন নামে এইগুলিকে ভিন্ন ভিন্ন সময়ে বর্ণনা করা হয়। সাম্প্রতিককালে এম, আর, সাহানি (১৯৫৪) এই জীবাশ্মগুলিকে ফার্মোরিয়া নামে একপ্রকার অ-চুনাময় অ্যাল্‌গি (noncalcarious algae) বলিয়া সিদ্ধান্ত করিয়াছেন। কিন্তু ফার্মোরিয়া জীবাশ্মটি উহার মাতৃস্তরের (parent bed) প্রাচীনতা নির্দিষ্ট করিতে অক্ষম, ইহা প্রাচীনতা-নির্দেশক (age-marker) নহে। এখানে উল্লেখ করা যাইতে পারে যে নব প্রাক্‌কেম্ব্রিয়ান যুগের বৈশিষ্ট্য চুনাময়

*(megafossil, ? চক্ষুগোচরজীবাশ্ম)

(calcareous) অ্যাল্‌গি, কিন্তু তাহা বিন্ধ্য স্তরে পাওয়া যায় না। আবার কেম্ব্রিয়ান যুগের বৈশিষ্ট্য ট্রাইলোবাইট এবং ব্র্যাকিওপোড, তাহাও বিন্ধ্য স্তরে অবর্তমান। জৈব নিদর্শনের এই স্বল্পতা হেতু সাম্প্রতিককালে বিন্ধ্য স্তরকে অণুজীবাশ্মের জন্য বিশেষভাবে পরীক্ষা করা হইয়াছে। উহার মধ্যে ছত্রাক রেণু (fungal spore) এবং ভ্যাস্কুলার উদ্ভিদের (vascular plant) দেহাবশেষ পাওয়া গিয়াছে। এই নিদর্শনের ইঙ্গিত হইল বিন্ধ্য স্তর নিম্ন পুরাজীবীয় কালের। অণুজীবাশ্মের এই তথ্য হইতেই আধুনিককালে বিন্ধ্য দলকে কেম্ব্রিয়ান বলিয়া গণ্য করিবার একটি বিশেষ প্রবণতা দেখা দিয়াছে।

(ঘ) **আনুষঙ্গিক তথ্য**—উত্তর-পশ্চিম ভারতের এবং সংলগ্ন বহির্ভারত অঞ্চলের কয়েকটি সুপরিচিত স্তরের সহিত বিন্ধ্য দলের শিলারূপের বিশেষ সাদৃশ্য দেখা যায়। যেমন, লবণ পর্বতের (পাকিস্তান) পার্প্‌ল বেলেপাথর শ্রেণী (Purple Sandstone Series)। বিন্ধ্য দলের কৈমুর সংঘে যেমন মরুজাত বা তদ্রূপ বেলেপাথর আছে, লবণ পর্বতের এই স্তরটিতেও অনুরূপ বেলেপাথর আছে। উভয় স্তরের এই শিলারূপগত সাদৃশ্য লক্ষণীয় বিষয়। আর, একথাও স্মরণ রাখা প্রয়োজন যে পার্প্‌ল বেলেপাথর শ্রেণী ইহার ঊর্ধ্বস্থিত সংগত স্তর রেডলিকিয়া-বাহী নিওবোলাস সেলের দ্বারা মধ্য কেম্ব্রিয়ান বলিয়া প্রমাণিত হইয়াছে। দ্বিতীয়ত, ইরাণের কেম্ব্রিয়ান হরমুজ শ্রেণীর সহিত বিন্ধ্য স্তরের যথেষ্ট সাদৃশ্য আছে। আর একটি গুরুত্বপূর্ণ বিবেচনার বিষয় হইল বিন্ধ্য দলের কোন কোন স্তরে (horizon) হিমবাহের কার্যের নিদর্শন। ভারতীয় উপদ্বীপের স্তরক্রমে প্রাক্‌কেম্ব্রিয়ান ও কেম্ব্রিয়ানের সংযোগস্থলে হৈম অবক্ষেপ দেখিতে পাওয়া যায়। সেইজন্য, বিশেষ করিয়া কৈমুর সংঘের মধ্যে হিমবাহজাত কংগ্লোমারেট স্তরের উপস্থিতি ইঙ্গিত করে যে, বিন্ধ্য স্তরের বয়স প্রাক্‌কেম্ব্রিয়ান হইতে কেম্ব্রিয়ান পর্যন্ত হইতে পারে।

(ঙ) **তেজস্ক্রিয়ামিতিক বয়স**—তেজস্ক্রিয়ামিতির সাহায্যে নিম্ন বিন্ধ্য এবং ঊর্ধ্ব বিন্ধ্য স্তরগুলির পৃথক্ পৃথক্ ভাবে কাল নিরূপণ করা হইয়াছে। সেমরি সংঘের একটি সভ্য খীনজুয়া স্তর হইতে সাতটি গ্লকোনাইট নমুনার পটাসিয়াম-আর্গন আইসোটোপ অনুপাত নির্ণয় করা হইয়াছে এবং এই তথ্যের সাহায্যে নিম্ন বিন্ধ্য বিভাগের গড় বয়স ১১১ ± ৬ কোটি বৎসর বলিয়া স্থির হইয়াছে। আবার, চিতোর এবং রামপুরার নিকটবর্তী অঞ্চল হইতে পাঁচটি গ্লকোনাইট মণিকের নমুনা বিশ্লেষণ করিয়া সেই তথ্য হইতে ঊর্ধ্ব বিন্ধ্য স্তরের গড় বয়স ৯২ ± ৩ কোটি বৎসর বলিয়া স্থির করা হইয়াছে। অতএব তেজস্ক্রিয়তার তথ্য হইতে বিন্ধ্য স্তরের বয়স নব প্রাক্‌কেম্ব্রিয়ান বলিয়া প্রতীয়মান হয়।

যাহা উপরে বলা হইয়াছে তাহার সারমর্ম মোটামুটিভাবে নিম্নরূপ। স্তরীয় অবস্থান, সংশ্লিষ্ট হিমবাহজাত স্তর এবং আধুনিক তেজস্ক্রিয়ামিতিক তথ্য—এই বিষয়গুলি পর্যালোচনা করিলে দেখা যায় যে, বিন্ধ্য দলের ভূতত্ত্বীয় বয়স নব প্রাক্‌কেম্ব্রিয়ান হইতে কেম্ব্রিয়ান পর্যন্ত বিস্তৃত। ইহাই প্যাস্কো, হাওয়েল প্রভৃতি ভূবিদ্‌গণের কালসিদ্ধ মত। অবশ্য সাম্প্রতিককালে অণুজীবাশ্ম তথ্যের ভিত্তিতে অনেকেই মনে করেন যে বিন্ধ্য দল প্রধানত কেম্ব্রিয়ান যুগের স্তর। এরূপ অবস্থায় ছত্রাক রেণু ইত্যাদি যে সকল অণুজীবাশ্ম বিন্ধ্যস্তরে পাওয়া গিয়াছে সেগুলির প্রকৃত ভূতত্ত্বীয় বয়স ভালোভাবে নির্ধারণ করা আবশ্যক।

3·4 বিন্ধ্যদলের শ্রেণীবিভাগ ও স্তরক্রম (classification and succession of the Vindhyans)

(ক) **ভূমিকা**—বিন্ধ্য সংঘদল একাধিক স্তরে গঠিত একটি গভীর অনুক্রম, একাধিক কারণে উহার উপবিভাগের মধ্যে বেশ কিছু জটিলতা দেখা যায়। প্রথমত, ইহার অধিকাংশই মহাদেশীয় প্রতিবেশে উৎপন্ন হওয়ার দরুণ, একই স্তরের মধ্যে যথেষ্ট পার্শ্বিক রূপভেদ দেখা যায়; ফলে স্তর সনাক্ত করা কঠিন হয়। দ্বিতীয়ত, উপদ্বীপ ভারতের ভূতত্ত্বীয় ইতিহাসে একাধিক বিরতির জন্য বিন্ধ্য স্তর এবং অন্যান্য স্তরেও পারম্পর্য নির্ণয় করা বেশ কঠিন হয়। তৃতীয়ত, পালালিক স্তরের উপবিভাগে যে বস্তুটি সবচেয়ে প্রয়োজনীয় তাহা হইল জীবাশ্ম, কিন্তু বিন্ধ্য স্তরের মধ্যে ইহা কার্যত অনুপস্থিত। যাহা হউক, শৈল প্রকৃতি, গাঠনিক অসংগতি, উৎপত্তিগত বৈশিষ্ট্য ইত্যাদির ভিত্তিতে বিন্ধ্য দলকে উপবিভক্ত করিবার যে সকল প্রয়াস করা হইয়াছে সেগুলি নিম্নে মোটামুটিভাবে আলোচিত হইল।

(খ) **'ঊর্ধ্ব' এবং 'নিম্ন' দুইটি কালসিদ্ধ বিভাগ**—১৮৫৬ খ্রীঃ বিন্ধ্য স্তর নামকরণ করেন ওল্‌ডাম, বুন্দেলখণ্ডের বিরাট বেলেপাথরের স্তরগুলিকে বুঝাইবার জন্য। প্রায় চারি বৎসর পরে মেড্‌লিকট্‌ শোন উপত্যকায় উর্দ্ধভিন্ন এক বৃহৎ চুনাপাথর গোষ্ঠীকে সের্মারি শ্রেণী বলিয়া অভিহিত করেন। ম্যালেট পরবর্তী কালে, ১৮৭১ খ্রীঃ, সের্মারি শ্রেণীকে নিম্ন বিন্ধ্য বলিয়া উল্লেখ করেন। ক্রমশ দেখা গেল যে শোন উপত্যকার চুনাপাথর স্তর ও বুন্দেলখণ্ডের বেলেপাথর স্তর খুব নিবিড়ভাবে সংশ্লিষ্ট এবং তাহাদের মধ্যে যথেষ্ট ঐক্যও রহিয়াছে। সুতরাং তাহারা একই গোষ্ঠীভুক্ত বলিয়া বিবেচিত হইল—চুনাপাথর-প্রধান স্তরটিকে নিম্ন বিন্ধ্য ও বেলেপাথর-প্রধান স্তরটিকে ঊর্ধ্ব বিন্ধ্য আখ্যা দেওয়া হইল। বিন্ধ্যদলের এই দ্বিধাবিভাগ বহুকাল হইতেই প্রচলিত আছে।

এই দ্বিধাবিভাগ প্রধানত নিম্নোক্ত বৈশিষ্ট্যগুলির উপর ভিত্তি করিয়া প্রতিষ্ঠিত। নিম্ন এবং ঊর্ধ্ব স্তরের মধ্যে উৎপত্তিগত একটি সুস্পষ্ট বৈষম্য রহিয়াছে—নিম্ন স্তরটি প্রধানত সমুদ্রজাত এবং ঊর্ধ্ব স্তরটি প্রধানত মহাদেশীয়। এই উৎপত্তিগত বৈষম্যকে সমর্থন করে উহাদের শিলারূপগত পার্থক্য—ঊর্ধ্ব স্তরের মধ্যে বেলেপাথরের আধিক্য এবং নিম্ন স্তরটিতে চুনাপাথরের। আবার, নিম্ন এবং ঊর্ধ্ব বিন্ধ্য বিভাগদ্বয়ের মধ্যে একটি সুস্পষ্ট অসংগতি অধিকাংশ স্থানেই বর্তমান। যাহা হউক, বিন্ধ্য দলকে এইরূপে দুটি ভাগে ভাগ করার বিরুদ্ধে কতকগুলি যুক্তি আছে। প্রথমেই বলা যায় ঐ বিভাগদ্বয়ের মধ্যে স্তরীয় গভীরতার সাম্য নাই, নিম্ন বিন্ধ্য স্তর তিন হাজার ফুট গভীর এবং ঊর্ধ্ব বিন্ধ্য প্রায় এগার হাজার ফুট। দ্বিতীয়ত, ঊর্ধ্ব বিন্ধ্য স্তর সম্পূর্ণরূপে মহাদেশীয় নহে—ইহার মধ্যে সামুদ্রিক স্তরও আছে। অতএব নিম্ন ও ঊর্ধ্ব বিভাগের মধ্যে উৎপত্তিগত পার্থক্য বিশেষ প্রবল নহে। তৃতীয়ত, অসংগতি বিন্ধ্য স্তরক্রমের মধ্যে কেবল একটিমাত্র নহে, অন্তত তিনটি। অতএব, তাহাদের মধ্যে একটিকে বিশেষ গুরুত্ব দেওয়া অযৌক্তিক।

(গ) **চতুরাত্মক পুনর্বিভাগ** (revised fourfold classification)—বিন্ধ্য দলের উপরোক্ত দ্বিবাচক বিভাগরীতির সংস্কার করিয়া চতুরাত্মক বিভাজনের প্রথম প্রস্তাব করেন ভ্রেডেনবুর্গ ১৯০৬ খ্রীষ্টাব্দে। নিম্ন বিন্ধ্য নামটিকে তিনি শোন শ্রেণী নাম দ্বারা প্রতিস্থাপিত করেন। আর, ঊর্ধ্ব বিন্ধ্য স্তরকে তিনটি অংশে খণ্ডিত করিয়া উহাদের নাম রাখেন যথাক্রমে টন, হাভেলি এবং বেতোয়া শ্রেণী। ইহার পর জে, বি, অডেন (১৯৩৩) বিন্ধ্য দলের আদ্যোপান্ত পুনরনুশীলন করিয়া উল্লিখিত চতুরাত্মক শ্রেণীবিভাগের নিম্নরূপ সংশোধন করেন। প্রাচীনতার ক্রমে তলা হইতে উপর দিকে অডেনের প্রস্তাবিত বিভাগগুলি হইল—(১) সেমরি শ্রেণী (পূর্বের শোন শ্রেণী), (২) কৈমুর শ্রেণী (পূর্বের টন শ্রেণীর নিম্নাংশ), (৩) রেওয়া শ্রেণী (পূর্বের টন শ্রেণীর ঊর্ধ্বাংশ) এবং (৪) ভাণ্ডার শ্রেণী (পূর্বের হাভেলি ও বেতোয়া)। সদ্যালিখিত এই চতুরাত্মক বিভাজনই বিন্ধ্য দলের আধুনিকতম এবং সর্বজনগ্রাহ্য শ্রেণীবিভাগ। ইহা স্তরক্রমের বিশদ অনুশীলন, শৈল প্রকৃতির সবিশেষ পর্যালোচনা, গভীরতার ভিত্তিতে পুনর্বণ্টন, অসংগতিগুলির পুনর্বিচার ইত্যাদি উন্নততর কার্যপ্রণালীর উপর ভিত্তি করিয়া প্রতিষ্ঠিত। বিভাগ ও উপ-বিভাগগুলি নিম্নে প্রদত্ত হইল।

(ঘ) বিন্ধ্য স্তরক্রমের আধুনিক পাঠ ঃ

3·5 বিভিন্ন বিভাগ-উপবিভাগের বর্ণনা (description)

(১) **সেমরি সংঘ**—নিম্ন বিন্ধ্য যুগের সেমরি সংঘ আদর্শ ভূমিতে কৈমুর কোয়ার্টজাইট শৈলের অধোদেশে পূর্বে সাসারাম হইতে পশ্চিমে শোন-নর্মদার বিভাজিকা পর্যন্ত প্রায় ২৫৫ মাইল দৈর্ঘ্যের উপর বিস্তৃত। ইহার সর্বোচ্চ গভীরতা প্রায় তিন হাজার ফুট। ইহা চারিটি স্তরে উপবিভক্ত। নিম্নতম উপবিভাগটি শোন উপত্যকায় ভৌম বিভাগ (basal stage) বলিয়া পরিচিত। ইহার মধ্যে তলাকার অংশে পাওয়া যায় গ্রীট-কংগ্লোমারেট এবং তাহার উপর অধিকাংশই চুনাপাথর (কাজরাহাট চুনাপাথর)। পরবর্তী স্তর পোরসিলেনাইট বিভাগ সেল, বেলেপাথর এবং টুফ্ দ্বারা গঠিত। এইসকল শিলা সিলিকার দ্বারা প্রতিস্থাপিত হইয়া পোরসিলেনাইট পাথর উৎপন্ন করিয়াছে। ইহার ঊর্ধ্বে খীণ্ডুয়া বিভাগ—জলপাইবর্ণ সেল, চুনাপাথর এবং

গ্লকোনাইটযুক্ত বেলেপাথরের দ্বারা গঠিত। ইহাদের মধ্যে ঢেউচিহ্ন ইত্যাদি অগভীর অবক্ষেপণের কিছু নিদর্শন আছে। সর্বোচ্চ স্তর রোটাস বিভাগের মধ্যে দেখা যায় সেল ও চুনাপাথরের পর্যায়ক্রমিক স্তর। এই সেল-চুনাপাথর সমাবেশ সিমেন্টের আদর্শ কাঁচামাল, সেইজন্য এই অঞ্চলে সমৃদ্ধ সিমেণ্ট-শিল্প গড়িয়া উঠিয়াছে। শোন উপত্যকার কয়েকটি স্থানে সেমরি সংঘ ডলেরাইট ও বেসল্ট ডাইক দ্বারা উদ্বিদ্ধ হইয়াছে। রাজস্থানের করৌলি অঞ্চলেও সেমরি সংঘের উদ্‌ভেদ দেখিতে পাওয়া যায়।

(২) **কৈমুর সংঘ**—বুন্দেলখণ্ডে কৈমুর শ্রেণীর ভূমিতে একটি কংগ্লোমারেট অসংগতি দেখা যায়, এই কংগ্লোমারেটের মধ্যে আর্কিয়ান যুগের জ্যাস্পারের খণ্ড পাওয়া গিয়াছে। ইহার কিছুটা উর্ধ্বে সুস্নাই ব্রেক্সিয়া আর একটি ছেদ বা বিরতি নির্দেশ করে, মধ্যে আছে নিম্ন কোয়ার্টজাইট স্তর। এই স্তর অনেক সময় গ্রীটের সদৃশ হইতে পারে এবং ইহার মধ্যে উপস্তর লক্ষ্য করা যায়। কোয়ার্টজাইটের উপর বেলেপাথর ও সেলের স্তর আছে, তাহার মধ্যে দেখা যায় ঢেউ চিহ্ন (ripple mark), রৌদ্র-ফাটল (sun-cracks) ইত্যাদি। অঙ্গারময় সেল (carbonaceous shale) এবং সিডেরাইট স্তর ও কিছু পোরসিলেনাইট এই সঙ্গে সংশ্লিষ্ট আছে। নিম্ন কৈমুরের উর্ধ্ব কোয়ার্টজাইট স্তরটি (উপস্তর ও ঢেউচিহ্ন দ্বারা বিশেষরূপে চিহ্নিত) শোন উপত্যকায় একটি প্রায় ৫০ ফুট উচ্চ প্রাচীর সৃষ্টি করিয়াছে। লৌহ মণিকের দ্বারা প্রতিস্থাপন উল্লেখযোগ্য। পরবর্তী স্তর বিজয়গড় সেলের মধ্যে পাইরাইটিসের পাতলা ডোরা (bands) এবং উজ্জ্বল কয়লার (vitrain) পাতলা পাতলা স্তর দেখা যায়। উর্ধ্ব কৈমুর স্তরের মধ্যে সবুজ রঙের বেলেপাথর, পলিপাথর (siltstone) ইত্যাদি পাওয়া যায়। সর্বোচ্চ স্তর ধান্দ্রোলের মধ্যে আছে কোয়ার্টজাইট। কৈমুর সংঘের সর্বোচ্চ গভীরতা ১৩০০ ফুটের অধিক। কৈমুর সংঘের বেলেপাথরের একটি প্রধান বৈশিষ্ট্য, বিশেষত উর্ধ্ববিভাগে, লালচে রং ; অনেকে ইহা শুষ্ক জলবায়ুর চিহ্ন বলিয়া মনে করেন। কৈমুর বেলেপাথরগুলি সাধারণত মিহি দানায় গঠিত। কৈমুর বেলেপাথরের, বিশেষত নিম্নবিভাগে, দানাগুলি বেশ সুগোল, ইহা বায়ুর দ্বারা দীর্ঘপথ বাহিত হওয়ার নিদর্শন।

(৩) **রেওয়া সংঘ**—কৈমুর সংঘের শীর্ষে, রেওয়া সংঘের ভূমিতে একটি হীরক-বাহী কংগ্লোমারেটের অসংগতি-স্তর বর্তমান। রেওয়া সংঘের গভীরতা সাধারণত এক হাজার ফুটের ভিতরে থাকে, তবে ইহার গভীরতা ৬০০০ হইতে ৭০০০ ফুট পর্যন্ত উঠিতে পারে। রেওয়া বেলেপাথরগুলি কৈমুর বেলেপাথর অপেক্ষা আরও মোটা দানায় গঠিত। রেওয়া সংঘের মধ্যে চারিটি বিভাগ। নিম্নের তিনটি বিভাগকে অনেক সময় একত্রে নিম্ন

রেওয়া এবং উপরের বিভাগটিকে ঊর্ধ্ব রেওয়া বলা হইত। একটি চুনাপাথর স্তর সম্প্রতি রেওয়া সংঘের মধ্যে আবিষ্কৃত হইয়াছে। রেওয়া সংঘের বেলেপাথরে উপস্তরায়ণ সুস্পষ্টরূপে দেখা যায়।

(৪) **ভাণ্ডার সংঘ**—ভাণ্ডার সংঘের মধ্যে পাঁচটি বিভাগ। অবশ্য অনেক সময় সর্বোচ্চ বিভাগটিকে ঊর্ধ্ব ভাণ্ডার এবং নিম্নের চারিটি বিভাগকে একত্রে নিম্ন ভাণ্ডার বলিয়া অভিহিত করা হইত। ভাণ্ডার শ্রেণীর সর্বোচ্চ মোট গভীরতা প্রায় সাড়ে চার হাজার ফুট পর্যন্ত হইতে পারে। নিম্নস্থিত রেওয়া সংঘ হইতে একটি হীরকবাহী কংগ্লোমারেট অসংগতির দ্বারা ভাণ্ডার সংঘ বিচ্ছিন্ন। ভাণ্ডার বেলেপাথর সাধারণত মিহি দানায় গঠিত, নরম, লালচে রঙের; গৃহনির্মাণ কার্যে ইহা খুব ব্যবহৃত হয়। ইহার মধ্যে ঢেউচিহ্ন দেখা যায়। ভাণ্ডার চুনাপাথর স্তরটি উত্তমপ্রকৃতির চুনাপাথর হইতে চুনাময় সেল পর্যন্ত বিভিন্ন রূপের শিলা দ্বারা গঠিত। জিপসাম মণিকের স্তর এবং শিরা ভাণ্ডার সংঘের সহিত সংশ্লিষ্ট। ভাণ্ডার সংঘের সিরবু সেল সভ্যাটির শিলারূপ লবণ পর্বতের কেম্ব্রিয়ান স্তর সল্ট সিউডোমর্ফ সোপানের অনেকটা সদৃশ। দুইটিকেই বাষ্পীভবনজাত (evaporite) স্তর বলিয়া বিশ্বাস করা হয়। সিরবু সেলের মধ্যে **ফার্মোরিয়া** নামক অ্যালগির সদৃশ দেহাবশেষ পাওয়া গিয়াছে (এম, এস, কৃষ্ণন, ১৯৬৮, ১৬০ পৃঃ)।

বিন্ধ্য সংঘের গভীরতা দক্ষিণ পশ্চিম অঞ্চলেই সর্বাধিক। এই অঙ্ক দশ-এগারো হাজার ফুটের কম নহে। উত্তর পশ্চিমে ইহার মান অনেক কম, চার হইতে সাড়ে চার হাজার ফুটের মধ্যে। বিন্ধ্য অববাহিকার প্রান্তিক অঞ্চলে বেলেপাথরের স্তর উত্তমরূপে উৎপন্ন হইয়াছে, কিন্তু কেন্দ্রের দিকে এবং পূর্বাঞ্চলে সেলের উদ্ভেদ ভালো।

3·6 বিন্ধ্য অবক্ষেপণের প্রতিবেশ (conditions of deposition)

বিন্ধ্য দলের নিম্নাংশ অর্থাৎ সেমরি সংঘ প্রধানত সমুদ্রজাত স্তর, ইহার কয়েকটি প্রমাণ আছে। যেমন, (ক) এই স্তরের মধ্যে সামুদ্রিক চুনাপাথরের প্রাধান্য, (খ) সেমরি বেলেপাথরের মধ্যে গ্লকোনাইট মণিকের সাধারণ উপস্থিতি, (গ) সেমরি উদ্ভেদগুলির সুদীর্ঘ বিস্তৃতি, (ঘ) অন্তঃসাগরীয় (submarine) আগ্নেয়গিরিজাত টুফের উপস্থিতি ইত্যাদি। তবে নিম্ন বিন্ধ্য সাগর অগভীর প্রকৃতির ছিল বলিয়া মনে হয়।

ঊর্ধ্ব বিন্ধ্য বিভাগ প্রধানত মহাদেশীয় (নদীজাত) স্তর। অনেকে অনুমান করেন নিম্ন বিন্ধ্য সাগর সেমরি কালের অন্তে যখন সংকুচিত হয় (regressed) তখন অবশিষ্ট সমুদ্রজলের দ্বারা কিছু কিছু বন্যাপ্লাবিত ভূমি

রচিত হয় এবং তাহার মধ্যেই ঊর্ধ্ব বিন্ধ্য অবক্ষেপণ আরম্ভ হয়। ঊর্ধ্ব বিন্ধ্য কালের কোন কোন পর্যায়ে সামুদ্রিক অবক্ষেপণও হইয়াছিল। ভাণ্ডার সংঘের অন্তর্গত ভাণ্ডার চুনাপাথর স্তর ইহার প্রমাণ। যাহা হউক ঊর্ধ্ব বিন্ধ্য স্তরের অধিকাংশ শিলাদেহই যে নদীজাত বা মহাদেশীয় তাহার অনেক প্রমাণ আছে। যেমন, (ক) গঠনকারী শিলাগুলির বিশেষত বেলেপাথরের লালচে রং ও কয়েকটি গাঠনিক বৈশিষ্ট্য—উপস্তরায়ণ, ঢেউচিহ্ন; (খ) ঊর্ধ্ব বিন্ধ্য স্তরগুলির সীমিত ভৌগোলিক পরিসর; (গ) সংশ্লিষ্ট অঙ্গারময় এবং সালফাইড অবক্ষেপ।

ঊর্ধ্ব বিন্ধ্য অবক্ষেপণের কালে শোন উপত্যকা ও পার্শ্ববর্তী অঞ্চলের জলবায়ু যে অনার্দ্র ছিল তাহার অনেকগুলি প্রমাণ স্তরদেহের মধ্যে সংরক্ষিত আছে। (১) প্রথমত উল্লেখ করা যায় কোহি নামক স্থানে ঊর্ধ্ব বিন্ধ্য স্তরের নীচে বিন্যস্ত গ্র্যানিট দেহের উপরিতল অপরিবর্তিত। এবং গ্র্যানিটের উপরিস্থ বিভিন্ন ঊর্ধ্ব বিন্ধ্য স্তরের নিম্নাংশে অপরিবর্তিত ফেল্‌স্‌পার দানা দেখিতে পাওয়া যায়। (২) বিন্ধ্য স্তরের মধ্যে প্রাপ্ত বালির দানাগুলি বায়ুবাহিত হওয়ার দরুণ অতি সুগোল গড়নযুক্ত। (৩) কৈমুর সংঘের, বিশেষত ঊর্ধ্ব কৈমুরের, বেলেপাথর স্তরগুলির লালচে এবং বাদামী রং। (৪) ভাণ্ডার সংঘের সিরবু সেল স্তরে সংশ্লিষ্ট জিপসাম অবক্ষেপের উপস্থিতি। (৫) সিলিকা, ক্যালসাইট, লৌহ-আকরিক ইত্যাদি খণিক উপাদানের দ্বারা ঊর্ধ্ব বিন্ধ্য শিলাস্তরের আংশিক প্রতিস্থাপন প্রায়ই দৃষ্টিগোচর হয়।

3·7 বিন্ধ্য স্তরের আগ্নেয় শিলাদলসমূহ (igneous rocks in the Vindhyans)

(ক) শোন উপত্যকা এবং রাজস্থানের সেমরি সংঘের মধ্যে ক্ষারীয় অগভীর উদ্‌বেধ (ডলেরাইট ও বেসল্টের ডাইক) দেখিতে পাওয়া যায়। স্পষ্টতঃই ইহারা নিম্ন বিন্ধ্য কালোত্তীর্ণ।

(খ) রাজস্থানের ইদার অঞ্চলে নব প্রাক্‌কেম্ব্রিয়ান যুগের উদ্‌বেধী এরিনপুরা গ্র্যানিটের মধ্যে কতকগুলি ক্ষারীয় ডাইক দেখা যায়। উহারা নিম্ন বিন্ধ্যকালের উদ্‌বেধ বলিয়া অনেকে মনে করেন।

(গ) বিহারের সিংভূম জেলায় নিউয়ার ডলেরাইট ডাইক গোষ্ঠীর যে উদ্‌বেধ দেখা যায় তাহার সম্ভাব্য ভূতত্ত্বীয় বয়স সম্বন্ধে যে সকল প্রস্তাব দেওয়া হইয়াছে তাহাদের একটি হইল নিম্ন বিন্ধ্য কাল।

(ঘ) মালানি রায়োলাইট লাভাস্তর—মালানি লাভাস্তরকে বিভিন্ন প্রমাণ হইতে পর-পুরাণা যুগের উদ্‌গিরণ বলিয়া স্থির করা হইয়াছে। যোধপুরের উত্তরে মালানি রায়োলাইটের উপরে সম্ভাব্য ঊর্ধ্ব বিন্ধ্য (ভাণ্ডার) স্তরকে

শায়িত থাকিতে দেখা গিয়াছে। ইহা হইতে সিদ্ধান্ত করা হইয়াছে যে মালানি উদ্‌গিরণ প্রায় নিম্ন বিন্ধ্যের সহিত সমসাময়িক হইবে, অবশ্য ইহাকে ঊর্ধ্ব বিন্ধ্য বয়সের বলিয়া বিবেচনা করার বিরুদ্ধেও কোন প্রবল যুক্তি নাই।

(ঙ) মালানি গ্র্যানিট—উদ্‌বেধী মালানি দল (ইদার-জেলোর-সিয়ানা গ্র্যানিট) মালানি লাভার সহিত নিবিড়ভাবে সংশ্লিষ্ট এবং ইদার গ্র্যানিটকে অনেক সময় মালানি লাভার মধ্যে উদ্বিদ্ধ দেখা যায়। অবশ্য ঊর্ধ্ব বিন্ধ্য স্তরের মধ্যে এই উদ্‌বেধ পাওয়া যায় নাই। সকলপ্রকার তথ্যপ্রমাণ বিচার করিয়া মালানি গ্র্যানিটকে ঊর্ধ্ব বিন্ধ্যকালের উদ্‌বেধ বলিয়া অনুমান করা হইয়াছে।

3·8 বিন্ধ্য যুগে ভারতীয় অঞ্চলের ভূতত্ত্বীয় ইতিহাস

(geological history of the Indian region in Vindhyan Period)

বিন্ধ্য যুগের শিলাস্তর প্রধানত অজৈবিক। জৈব নিদর্শনের এই অভাব ভারতীয় অঞ্চলের তৎকালীন ইতিহাস রচনার একটি প্রধান অন্তরায়। অজৈব শিলা উপাদান বিশদভাবে অনুশীলন করিয়া আলোচ্য কালপর্যায়ে ভারতে ভূবিন্যাসের নিম্নোক্ত যে চিত্র অঙ্কিত করা যায় তাহা সুসম্পূর্ণ নহে (এম, আর, সাহানি, ১৯৬২ ; এম, এস, কৃষ্ণন ও স্বামিনাথ ১৯৬০)।

হিমালয় পর্বতের তখন কোন অস্তিত্ব ছিল না। সিন্ধু-গাঙ্গেয় সমভূমিও তখন গঠিত হয় নাই। বর্তমান ভারতের যে অংশ এই পলিগঠিত সমভূমির দক্ষিণে সীমিত রহিয়াছে, তদানীন্তন কালে ভারত ভূখণ্ড তাহা দ্বারাই চিহ্নিত ছিল। বিন্ধ্য যুগীয় এই ভারত ভূখণ্ড, যাহাকে এখন ভারতীয় উপদ্বীপ বলিয়া উল্লেখ করা হয়, তখন বিষুবরেখার বহু দক্ষিণে দক্ষিণ গোলার্ধে কোন এক স্থানে অবস্থান করিতেছিল। এই স্থলভাগের মধ্যে দুইটি অন্তর্দেশীয় সাগরের (inland sea) অস্তিত্ব কল্পনা করা হইয়াছে—একটি উত্তরে (উত্তর বিন্ধ্য সাগর অথবা বিন্ধ্য সাগর), অপরটি দক্ষিণে (দক্ষিণ বিন্ধ্য সাগর)। এই সাগরদ্বয়ের অন্তর্বর্তী একটি স্থলবিভাজিকা পূর্বে ছোটনাগপুর মালভূমি হইতে পশ্চিমে কচ্ছ-সৌরাষ্ট্র পর্যন্ত বিস্তৃত ছিল। রূপান্তরিত নাইস শিলায় গঠিত এই পর্বতশিরা প্রাচীনতর কাল অর্থাৎ পুরাণা যুগ হইতেই সুস্পষ্ট আকার লাভ করিয়াছিল।

উপরোক্ত উত্তর বিন্ধ্য সাগরটি শোন নদীর বর্তমান অববাহিকা, বিন্ধ্য পর্বত, বুন্দেলখণ্ড মালভূমি, পূর্ব রাজস্থান ইত্যাদি অঞ্চলকে পরিব্যাপ্ত করিয়াছিল। উত্তর বিন্ধ্য সাগরকে মতান্তরে 'বিন্ধ্য সাগর' অথবা 'বৃহৎ বিন্ধ্য মহাসাগর' (Great Vindhyan Ocean) বলিয়া উল্লেখ করা হয়। ইহার উত্তর সীমা লইয়া কিছু মতবিরোধ আছে। কেহ কেহ বিশ্বাস করেন আদর্শভূমিতে বিন্ধ্য স্তরের উদ্‌ভেদের উত্তর সীমানা যে

রেখা দ্বারা চিহ্নিত তাহাই মোটামুটিভাবে তৎকালীন উত্তর বিন্ধ্য সাগরের বিস্তৃতির নির্দেশক। কিন্তু ভিন্ন মতাবলম্বীদের অনুমান এই বিন্ধ্য সাগর উত্তরের দিকে, আরও অনেক দূর পর্যন্ত, সম্ভবত নিম্ন হিমালয় বলয় অবধি, বিস্তৃত ছিল। তাঁহাদের ধারণা বিন্ধ্য অবক্ষেপের এক সুবৃহৎ অংশ গাঙ্গেয় পলিগঠিত সমভূমির অন্তঃস্তরে প্রচ্ছন্ন থাকিয়া একদিকে আদর্শ বিন্ধ্য ভূমি (শোন-বুন্দেলখণ্ড) ও অপরদিকে হিমালয়ের ব্লেনি-জনসর শ্রেণী (ইহারা আমেরিকান বৈজ্ঞানিক বৈলুর মতে বিন্ধ্য যুগীয় স্তর) সংযোগ রক্ষা করিতেছে। বিন্ধ্যসাগরের এই আশোনহিমাচল বিস্তৃতি স্বীকার করিলে তবেই উহার একটি গোলাকার বা উপবৃত্তাকার পূর্ণাকৃতি রূপ কল্পনা করা যায়। অন্যথা, বিন্ধ্য সাগরকে বর্তমান বিন্ধ্য উদ্‌ভেদের মধ্যে সীমায়িত কল্পনা করিলে উহার অর্ধচন্দ্রাকৃতি আকারটি খণ্ডরূপের ন্যায় প্রতীয়মান হয়।

দক্ষিণ বিন্ধ্য সাগর কল্পনার মূলে রহিয়াছে তিনটি প্রধান উপাদান —অন্ধ্রপ্রদেশের কার্ণুল শিলাস্তর, মহীশূরের ভীমা শিলাস্তর এবং গোদাবরী উপত্যকার সুলেভাই শিলাস্তর। এই সমস্ত শিলাস্তরগুলি বিন্ধ্যপর্যায়ের অন্তর্ভুক্ত বলিয়া বিশ্বাস করা হয় এবং, উহারা একটি বৃহৎ অন্তর্দেশীয় সমুদ্রের সমসাময়িক অবক্ষেপ বলিয়া অনুমান।

বিন্ধ্য যুগে ভারতীয় উপদ্বীপে জল-স্থলের বিন্যাস বিশদরূপে অনুশীলন করিবার উদ্দেশ্যে সমগভীরতা মানচিত্র (isopach maps) প্রস্তুত করা হইয়াছে (এফ, আহ্‌মদ, ১৯৬৫)। এই অনুশীলনে একটি সিদ্ধান্তের প্রস্তাব করা হইয়াছে যে, বিন্ধ্য শিলাস্তরের বয়স সম্ভবত ডেভনিয়ান যুগ পর্যন্ত বিস্তৃত। সমর্থনযোগ্য অন্যান্য নিদর্শন না পাওয়া পর্যন্ত এ বিষয়ে কিছু স্থির করা কঠিন।

গ্রন্থপঞ্জী

(দ্বিতীয় অধ্যায়ে উল্লিখিত ১নং ও ২নং গ্রন্থ এবং নিম্নলিখিত গ্রন্থগুলি দ্রষ্টব্য)

(১) অডেন, জে, বি (১৯৩৩)—মেময়ার অব্‌ দি জিওলজিকাল সার্ভে অব্‌ ইণ্ডিয়া, ৬২ নং গ্রন্থ।

(২) আহ্‌মদ, এফ (১৯৬৫)—রেকর্ডস্‌ অব্‌ দি জিওলজিকাল সার্ভে অব্‌ ইণ্ডিয়া, ৯০ নং গ্রন্থ, ১ম খণ্ড।

(৩) প্যাস্কো, ই (১৯৫৯)—ম্যানুয়াল অব্‌ দি জিওলজি অব্‌ ইণ্ডিয়া অ্যাণ্ড বার্মা, ২য় খণ্ড, ভারত সরকার প্রেস, কলিকাতা।

(৪) হাওয়েল, বি (১৯৫৭)—এজ্‌ অব দি বিন্ধিয়ান, জার্নাল অব দি প্যালিওণ্টলজিকাল সোসাইটি অব ইণ্ডিয়া, ১ম গ্রন্থ।

চতুর্থ অধ্যায়

ভারতের নিম্ন পুরাজীবীয় স্তর (lower Palaeozoics)

4·1 ভূমিকা (introduction)

কেম্ব্রিয়ান, অর্ডোভিসিয়ান এবং সিলুরিয়ান এই তিনটি গোষ্ঠীকে একত্রে নিম্ন পুরাজীবীয় স্তর বলা যায়। ইহাদের আদর্শ ভূমি হইল ইউরোপের পশ্চিমাঞ্চলে অবস্থিত বৃটিশ দ্বীপপুঞ্জ। ১৮৩৫ খ্রীঃ সেজউইক ও মার্চিসন যথাক্রমে কেম্ব্রিয়ান ও সিলুরিয়ান নাম দুইটির প্রবর্তন করেন। ওয়েল্স প্রদেশের অন্তর্গত ভূমি 'কেম্ব্রিয়া' এবং দক্ষিণ ওয়েল্স-এর অধিবাসী 'সিলুরেস' (Silures) জাতি হইতে যথাক্রমে কেম্ব্রিয়ান ও সিলুরিয়ান গোষ্ঠীর নাম হয়। পরে ১৮৭৯ খ্রীঃ লাপওয়ার্থ এই দুইটি গোষ্ঠীর মধ্যবর্তী ব্যবধানে একটি নূতন স্তরগোষ্ঠীর উদ্বোধন করিয়া উহার নাম রাখেন অর্ডোভিসিয়ান, ওয়েল্সের প্রাচীন জাতি 'অর্ডোভিসেস'-এর নামানুসারে। এই গোষ্ঠীগুলির প্রত্যেকটি আবার জীবাশ্মের ভিত্তিতে একাধিক স্তরে উপবিভক্ত—যেমন, পুরাকেম্ব্রিয়ান, মধ্যকেম্ব্রিয়ান, নবকেম্ব্রিয়ান শ্রেণী। যুক্তরাজ্য এই গোষ্ঠীদলের আদর্শভূমি হইলেও পরবর্তী কালে বিভিন্ন মহাদেশের বিভিন্ন অংশ হইতে ইহাদের আবিষ্কার করা হইয়াছে। উপদ্বীপ ভারতবর্ষে নিম্ন পুরাজীবীয় স্তর বলিতে আছে কেবল বিন্ধ্যদল বা তাহার ঊর্ধ্বাংশ। নিম্ন পুরাজীবীয় কালে উপদ্বীপ ভারতে আর কোন অবক্ষেপণ, বোধ হয়, হয় নাই। তবে হিমালয়ের পার্বত্য অঞ্চলে নিশ্চিত এবং বির্তকিত উভয়প্রকার নিম্ন পুরাজীবীয় স্তরই বর্তমান। উত্তর হিমালয়ের জীবাশ্মময় নিম্ন পুরাজীবীয় বলয় এবং সল্টরেঞ্জ পর্বতের জীবাশ্মময় কেম্ব্রিয়ান গোষ্ঠী অতি সুনিশ্চিত রূপে নিম্ন পুরাজীবীয় স্তরভুক্ত। আর, দক্ষিণ বা নিম্ন হিমালয়ের জীবাশ্মহীন নিম্ন পুরাজীবীয় বলয়ে কয়েকটি স্তর আছে, যেমন—জন্সর শ্রেণী, ব্লেনি গণ্ডশিলাস্তর, খয়রা কোয়ার্টজাইট, নিম্ন শালি চুনাপাথর, বক্সা শ্রেণী ইত্যাদি—সেগুলি সম্ভবত নিম্ন পুরাজীবীয় হইলেও, জীবাশ্মের অভাবে বির্তকিত স্তর। এই অধ্যায়ের পরবর্তী অংশগুলিতে কেবলমাত্র নিশ্চিতরূপে প্রমাণিত জীবাশ্মময় নিম্ন পুরাজীবীয় স্তরগুলির আলোচনা করা হইবে। প্রসঙ্গত বলা যাইতে পারে যে উত্তর হিমালয় বা তিব্বতীয় হিমালয়ের জীবাশ্মময় বলয় এবং দক্ষিণ হিমালয়ের জীবাশ্মহীন বলয় (উভয় বলয়ই হিমালয়ের প্রায় পূর্ণ দৈর্ঘ্য ব্যাপিয়া বিস্তৃত) ইহারা পরস্পর হইতে অক্ষ বলয় (axial belt) দ্বারা

বিভক্ত। হিমালয়ের অক্ষ বলয়টি উদ্‌বেধী আগ্নেয় শিলা এবং রূপান্তরিত শিলায় গঠিত এবং ইহা একটি বিরাট সংঘট্টের অন্তর্ভুক্ত (প্রধান কেন্দ্রীয় সংঘট্ট, main central thrust)। তাহা হইলে বলা যায় যে প্রধান কেন্দ্রীয় সংঘট্টের তলায় ও উপরে দুই ভিন্ন রূপের (facies) নিম্ন পুরাজীবীয় স্তর রহিয়াছে। উর্ধ্বে জীবাশ্মময় বলয় এবং নিম্নে জীবাশ্মহীন বলয়। জীবাশ্মময় উত্তর বলয়টি বস্তুত টেথিস মহীখাতের অবক্ষেপ এবং তিব্বত মালভূমির সহিত উহার সম্পর্ক থাকিতে পারে। জীবাশ্মহীন দক্ষিণ বলয়টি সম্ভবত উপদ্বীপ ভারতের উত্তর প্রান্তস্থ কোন মহীখাত অথবা অগভীর অববাহিকার অবক্ষেপ (নিশ্চিততর কিছু এবিষয়ে বলা শক্ত)। জীবাশ্মময় বলয়ের তিনটি স্থানে (সল্ট রেঞ্জ, স্পিটি এবং কাশ্মীর) নিম্ন পুরাজীবীয় স্তরের বিশেষভাবে অনুশীলন করা হইয়াছে। ইহাদের মধ্যে স্পিটি ও কাশ্মীরের নিম্ন পুরাজীবীয় অঞ্চলগুলি স্পষ্টত টেথিসের প্রধান মহীখাতের অন্তর্ভুক্ত; সল্টরেঞ্জ অববাহিকাটি এই মূল টেথিস মহীখাতের কিছুটা দক্ষিণে অবস্থিত হইলেও সম্ভবত উহারই সংশ্লিষ্ট একটি বাহু। ইহাকে কেহ কেহ ইউজিওসিনক্লাইন বলিয়া বর্ণনা করিয়াছেন। সল্টরেঞ্জ অথবা লবণ পর্বতের নিম্ন পুরাজীবীয় ভূতত্ত্বীয় ইতিহাস সুসম্পূর্ণ নহে; এখানে কেবল কেম্ব্রিয়ান গোষ্ঠী বর্তমান আছে, উপরের দুইটি নাই। স্পিটি-কাশ্মীর অববাহিকায় অবশ্য নিম্ন পুরাজীবীয় কালের সম্পূর্ণ স্তরক্রম দেখিতে পাওয়া যায়।

4·2 লবণ পর্বতের নিম্ন পুরাজীবীয় স্তর (lower Palaeozoics of the Salt Range)

(ক) **সংক্ষিপ্ত পরিচয়**—লবণ পর্বত (Salt Range) পশ্চিম পাঞ্জাব অঞ্চলের ৭১° এবং ৭৪° পূর্ব দ্রাঘিমার অন্তর্গত একটি পূর্ব-পশ্চিমে বিস্তৃত অনধিক ৩০০০ ফুট উচ্চ পর্বতশ্রেণী; ইহার পশ্চিমে সিন্ধু নদী, পূর্বে বিতস্তা নদী, উত্তরে পোটওয়ার মালভূমি এবং দক্ষিণে মিয়ানওয়ালি সমভূমি। এই পর্বতশ্রেণী দক্ষিণের দিকে ঈষৎ উত্তল-আকৃতি। ইহা পাকিস্তানের অন্তর্ভুক্ত। লবণ পর্বতকে ভারতীয় ভূবিদ্যার প্রাকৃতিক প্রদর্শশালা (field museum) বলা হয়। তাহার কারণ এখানে ভারতীয় ভূবিদ্যার সকল প্রকার বৈশিষ্ট্যই লক্ষ্য করা যায়। সমগ্র লবণ পর্বত শ্রেণীটি বিপর্যয়, বিকৃতি, ভঙ্গ, চ্যুতি এবং সংঘট্টের এক জটিল গাঠনিক সমাবেশ। ইহার দক্ষিণ পার্শ্ব একটি উদ্বলিত সংঘট্ট (overfold thrust)। হিমালয়-উত্থান পর্বে লবণ পর্বতের গাঠনিক সংস্থান এত জটিল হইয়াছে বলিয়া বিশ্বাস। লবণ পর্বতে নিম্ন পুরাজীবীয় হইতে সুরু করিয়া উর্ধ্ব পুরাজীবীয়, মধ্যজীবীয়, নবজীবীয় সকল কালের স্তরই দেখা যায়। তবে প্রাক্-পুরাজীবীয়

কোন ভূমিস্তর (basement) দেখা যায় না। নিম্ন পুরাজীবীয় স্তরের ভূমিপ্রান্ত মাটির নীচে আবৃত। লবণ পর্বতের স্তরক্রমে একটি বৈশিষ্ট্য দেখা যায়। নিম্ন পুরাজীবীয় বা তদূর্ধ্ব যে কোন স্তরই সাধারণত পর্বতের পূর্ব প্রান্ত হইতে পশ্চিমের দিকে ক্রমাগত গভীরতর হইতে থাকে। শুধু তাহাই নহে, পশ্চিমের দিকে অগ্রসর হইলে অনেক নূতন নূতন স্তরও অনুক্রমের মধ্যে প্রবেশ করে। এইজন্য লবণ পর্বতের পশ্চিমাংশে পূর্ব প্রান্ত অপেক্ষা সম্পূর্ণতর স্তরক্রম দেখিতে পাওয়া যায়। কেম্ব্রিয়ান যুগান্তে এক দীর্ঘস্থায়ী সামুদ্রিক সংকোচনের (regression) ফলে অর্ডোভিসিয়ান ও সিলুরিয়ান যুগে এবং পরবর্তী ডেভনিয়ান ও কার্বনিফেরাস যুগেও লবণ পর্বতে কোন অবক্ষেপণ হয় নাই। এই কারণে লবণ পর্বতের পুরাজীবীয় স্তরক্রম ও ইতিহাস অসম্পূর্ণ।

(খ) **লবণ পর্বতের নিম্ন পুরাজীবীয় স্তরক্রম** (ই, আর, জী, ১৯৩৪, অনুসারে) :

(গ) **স্যালাইন (লবণ) শ্রেণীর (Saline Series) ভূতত্ত্বীয় বয়স**— লবণ পর্বতের নিম্ন পুরাজীবীয় স্তরক্রমে সর্বপ্রাচীন স্তর হইল স্যালাইন শ্রেণী (Saline Series)। কিন্তু বিভিন্ন যুক্তিতে ইহার স্তরীয় অবস্থান বিতর্কিত হইয়াছে। বস্তুত কিছুদিন পূর্ব পর্যন্তও স্যালাইন শ্রেণীর বয়স ভারতীয় স্তরবিদ্যার একটি জটিল সমস্যা ছিল এবং বহু আলোচনার ঝড় ইহার উপর দিয়া বহিয়া গিয়াছে। স্যালাইন শ্রেণী এবং তৎপরবর্তী অন্যান্য স্তরের উপর বিভিন্ন কালে বিভিন্ন ভূবিদ লবণ পর্বতে আসিয়া কাজ করিয়াছেন। ইহাদের মধ্যে কয়েকজনের নাম বিশেষরূপে উল্লেখযোগ্য—উইন (Wynne,

১৮৭৮), জী (Gee, ১৯৩৪), সিণ্ডেওল্ফ (Schindewolf, ১৯৫৫) এবং টাইকার্ট ও কুমেল (Teichert and Kummel, ১৯৭০)।

ভূমিপ্রান্ত মৃত্তিকাবৃত বলিয়া এবং শীর্ষপ্রান্তে জীবাশ্ম দ্বারা প্রমাণিত কেম্ব্রিয়ান যুগভুক্ত ঝিলাম (বিতস্তা) শ্রেণীর অবস্থান হেতু, স্যালাইন শ্রেণীকে প্রথমে লবণ পর্বতের প্রাচীনতম স্তর বলিয়া গণ্য করা হয়। এই বিবেচনার অনুসিদ্ধান্ত হইল স্যালাইন শ্রেণী হয় কেম্ব্রিয়ান যুগের মধ্য বা নিম্ন অংশভুক্ত অথবা ইহা নব প্রাক্‌কেম্ব্রিয়ান যুগভুক্ত। জীবাশ্মের অভাবে অবশ্য কোনটিকেই পরিপূর্ণ সমর্থন করা যায় নাই। পরবর্তী কালে স্যালাইন শ্রেণীর প্রাচীনতার বিরোধিতা করিয়া বলা হইল যে কেম্ব্রিয়ান স্তরক্রমের নিম্নাংশে ইহার আপাত-প্রাচীন ভৌত অবস্থান প্রকৃতপক্ষে স্বাভাবিক নহে এবং উহা ভ্রমাত্মক; সম্ভবত উহা একটি টার্শারি যুগের স্তর, সংঘট্টের জন্য কেম্ব্রিয়ান গোষ্ঠীর (ঝিলাম শ্রেণীর) নিম্নে স্থান অধিকার করিয়াছে। এই প্রকল্পের স্বপক্ষে দুইটি যুক্তি প্রয়োগ করা হয়। প্রথমটি হইল স্থানে স্থানে স্যালাইন শ্রেণীর শীর্ষে ঝিলাম শ্রেণীর সংযোগস্থলে সংঘট্টের প্রভাব। দ্বিতীয়টি হইল একাধিক স্থানে স্যালাইন শ্রেণী হইতে টার্শারি যুগের ফোরামিনিফার জীবাশ্মের আবিষ্কার। এইভাবে স্যালাইন শ্রেণীর ভূতত্ত্বীয় বয়সের বিষয়টি তর্কের বিষয় হইয়া দাঁড়ায়।

দীর্ঘদিন পরে ১৯৩০-এর দশকে জী (Gee) পুঙ্খানুপুঙ্খ সমীক্ষা চালাইয়া এবিষয়ে যথেষ্ট আলোকসম্পাত করেন। চিটিদিল, সকেসর ও আম্ব্‌—এই অঞ্চলে স্যালাইন শ্রেণীর উপরে পার্প্‌ল বেলেপাথর অথবা তালচির কংগ্লোমারেট স্তরকে অসংগতভাবে অধিশয়িত দেখা যায়। বিশদ পর্যবেক্ষণের ফলে প্রকাশ পায় যে এখানে স্যালাইন শ্রেণীর (উধর্ব জিপসাম ডলোমাইট স্তরের) শীর্ষে যে অসংগতি রহিয়াছে তাহা একটি স্বাভাবিক বিরতি-নির্দেশক পালালিক অসংগতি। স্যালাইন শ্রেণীর উধর্বতম বিভাগ উধর্ব-জিপসাম-ডলোমাইটের শীর্ষতল পরীক্ষা করিলে দেখা যায় যে উহা একটি সুস্পষ্ট ক্ষয়গ্রস্ত তল, উহার বন্ধুর পৃষ্ঠে পরবর্তী তালচির কংগ্লোমারেট স্তরের গণ্ডশিলা অনেক সময় অর্ধ-প্রোথিত রহিয়াছে। ঐ স্তর হইতে বিচ্ছিন্ন শিলাখণ্ড আবার অনেক সময় তালচির কংগ্লোমারেটের মধ্যে পাওয়া যায়। এই অঞ্চলে কয়েকটি গুরুত্বপূর্ণ শিলাচ্ছেদ (section) আছে যেখানে স্পষ্টই দেখা যায় যে নিম্নস্থিত স্যালাইন শ্রেণী এবং উধর্বস্থিত তালচির কংগ্লোমারেট বা পার্প্‌ল বেলেপাথর এই উভয়ের মধ্যে যে অসংগতি রহিয়াছে তাহা পালালিক বিরতি-নির্দেশক। যদি মাত্র দুই-এক স্থানেও এই সম্পর্ক নিশ্চিতরূপে প্রমাণিত বলিয়া ধরা যায় তাহা হইলে পর্বতের অন্যত্র এই সম্পর্কের বিকৃতি প্রাচীনতা নির্ধারণের ক্ষেত্রে স্বচ্ছন্দেই অগ্রাহ্য করা যাইতে

পারে। এইভাবে জী'র সমীক্ষা হইতে স্যালাইন শ্রেণীর আপাত কেম্ব্রিয়ান বা প্রাক্‌কেম্ব্রিয়ান অবস্থান প্রকৃত বলিয়া প্রমাণিত হইয়াছে। বিরোধী পক্ষের অপর যুক্তিটি খণ্ডন করিয়া বলা হইয়াছে যে স্যালাইন শ্রেণীর মধ্যে প্রাপ্ত ফোরামিনিফার জীবাশ্মগুলি ঐ স্তরভুক্ত নহে, প্রকৃতপক্ষে উহারা অপেক্ষাকৃত নবীন টার্শারি স্তর হইতে আগত।

মোটামুটিভাবে এই পর্যায়ে সমস্যাটির একপ্রকার সমাধান হইয়াছিল, কিন্তু পরবর্তী কালে বি, সাহানি ও সহকর্মিবৃন্দ স্যালাইন শ্রেণীর মধ্যে বিদ্ধ কূপের গভীরাংশ হইতে প্রাপ্ত নমুনার মধ্যে কতকগুলি বিশেষ ধরণের উদ্ভিদ-অণুজীবাশ্ম আবিষ্কার করেন যেমন, গুপ্তবীজী কাষ্ঠ (angiospermous wood), ব্যক্তবীজী ট্র্যাকাইড (gymnospermous tracheids), ঘাস-সদৃশ কিউটিক্‌ল্ (grass-like cuticles) এবং পতঙ্গের কাইটিনময়-অবশেষ (chitinous parts of insects)। তাঁহাদের মতে এই সকল অণুজীবাশ্ম কোন কেম্ব্রিয়ানের মতো প্রাচীন স্তরে থাকিতে পারে না, পরন্তু উহারা টার্শারি বয়স নির্দেশ করে। কিন্তু এই প্রসঙ্গে মনে রাখা প্রয়োজন যে স্যালাইন শ্রেণীর অন্তর্ভুক্ত লবণ স্তর এবং আংশিকভাবে অন্য স্তরও বিশেষরূপ দ্রাব্য; সেইজন্য ভূগর্ভস্থ জলের অন্তঃস্রোত স্বাভাবিক ভাবেই এই অণুজীবাশ্মগুলিকে কোন নবীনতর স্তর (যেমন টার্শারি) হইতে বহন করিয়া আনিয়া থাকিতে পারে। আবার লবণ স্তরটি খুব নরম এবং অস্থিতিস্থাপক (soft and plastic) বলিয়া গাঠনিক বিপর্যয়ের কালে উহা দৈহিক ভাবে নবীনতর টার্শারি স্তরকে খণ্ডন করিয়া তন্মধ্যস্থ জীবাশ্মগুলি আত্মসাৎ করিয়া থাকিতে পারে।

অনেকে যুক্তিপ্রয়োগ করিয়াছেন যে লবণ পর্বতের সন্নিহিত কোহাট এলাকাতেও লবণের স্তর বর্তমান আছে এবং তাহা নিশ্চিতরূপে টার্শারি যুগের। অতএব সান্নিধ্যের কারণে লবণ পর্বতের যে স্যালাইন শ্রেণী তাহার টার্শারি বয়স হওয়া খুব অযৌক্তিক নহে। কিন্তু অযৌক্তিক না হইলেও, ইহা সেরূপ যুক্তিপূর্ণও নহে। একথা সুবিদিত যে লবণ পর্বতের কেম্ব্রিয়ান গোষ্ঠীর সহিত ঊর্ধ্ব বিন্ধ্য স্তরের শিলারূপগত সাদৃশ্য আছে। ঊর্ধ্ব বিন্ধ্য স্তরেও লবণ নহে, কিন্তু বাষ্পীভবনজাত স্তর আছে। অনুমান করা হয় যে, কেম্ব্রিয়ান যুগে বিন্ধ্য অববাহিকা, উত্তর-পশ্চিম ভারত (পাঞ্জাব ইহার অন্তর্ভুক্ত) এবং সংলগ্ন এক বিরাট অঞ্চল জুড়িয়া একটি অনার্দ্র বলয়ের সৃষ্টি হইয়াছিল এবং তাহার প্রভাবে এই অঞ্চলে বাষ্পীভবনজাত অনেক স্তর অবক্ষিপ্ত হয়। অতএব লবণ পর্বতে কেম্ব্রিয়ান যুগের লবণ অবক্ষেপণের স্বপক্ষে ইহা একটি উত্তম যুক্তি।

(ঘ) লবণ পর্বতের কেম্ব্রিয়ান গোষ্ঠীর বর্ণনা :

(১) **স্যালাইন (লবণ) শ্রেণী** (Saline Series)—ইহার স্তরক্রম পূর্বেই বর্ণিত হইয়াছে। মধ্যস্তরটি সবচেয়ে আকর্ষণীয় ; ইহা লবণ এবং মার্ল পাথরে গঠিত ঈষৎ লালচে রঙের স্তর। মিড্‌লমিস ইহাকে একটি উদ্‌বেধী দেহ বলিয়া বর্ণনা করিয়াছিলেন। বিদেশে লবণ-উদ্‌বেধের কয়েকটি নজীর আছে। কিন্তু স্যালাইন শ্রেণীকে কোনমতেই এই পর্যায়ে ফেলা চলে না কারণ, ইহার উপরে ও নীচে আদর্শ পাললিক স্তর নিবিড়ভাবে সংশ্লিষ্ট। অতএব লবণটি অবক্ষিপ্ত একথা সর্বজনগৃহীত। জিপসাম এবং ডলোমাইট স্তর ছাড়া ইহার সহিত সংশ্লিষ্ট আছে তৈলাক্ত এবং বিটুমেনযুক্ত সেল পাথরের স্তর। খেওরা ট্র্যাপ নামে একটি সমসাময়িক লাভাস্তরও ইহার সহিত সংশ্লিষ্ট। স্যালাইন শ্রেণী নিঃসন্দেহে যথেষ্ট পরিমাণে বিপর্যয়-গ্রস্ত হইয়াছে। সাধারণভাবে বলা যায় যে, স্যালাইন শ্রেণী জীবাশ্মহীন। কিন্তু সময় সময় ইহার মধ্যে নুমমুলাইট প্রভৃতি টার্শারি ফোরানিফার জীবাশ্ম এবং অঙ্গারিত উদ্ভিদ দেহাবশেষ পাওয়া গিয়াছে। সাম্প্রতিককালে ইহার মধ্যে কয়েকটি অনুজীবাশ্মও বর্ণিত হইয়াছে ; এগুলির নাম পূর্বেই উল্লিখিত হইয়াছে। কিন্তু প্রকৃতপক্ষে এই সকল জীবাশ্মগুলি লবণ শ্রেণীর নিজস্ব না নবীনতর অন্য স্তর হইতে লব্ধ তাহা বিতর্কের বিষয়। স্যালাইন শ্রেণীর মোট গভীরতা প্রায় ১৫০০ ফুটের মতো।

(২) **ঝিলাম (বিতস্তা) শ্রেণী** (Jhelum Series)—ইহা স্যালাইন শ্রেণীর উপর অসংগতভাবে অধিশয়িত। অসংগতিটি একটি সুনিশ্চিত পাললিক অসংগতি অর্থাৎ অপক্ষেপণ-বিরতির নির্দেশক। ইহার মোট গভীরতা স্যালাইন শ্রেণীর মতোই, প্রায় ১৩ হইতে ১৪ শত ফুট। ইহার গঠনকারী সোপানগুলির নিম্নলিখিত বর্ণনা হইতে প্রতীয়মান হইবে যে, এই কালপর্যায়ে স্যালাইন শ্রেণী অববাহিকা প্রথমে অগভীর ছিল এবং পরে ক্রমশ এখানে সমুদ্র গভীরতা লাভ করে। কিন্তু কেম্ব্রিয়ানের শেষ ভাগে সমুদ্র-সংকোচনের (regression) প্রভাবে উহা পুনরায় অগভীর হইয়া যায় এবং শেষপর্যন্ত স্থলরূপে সমুদ্রতলের ঊর্ধ্বে উত্তোলিত হয়। ইহার পর অর্ডোভিসিয়ান, সিলুরিয়ান, ডেভনিয়ান ও কার্বনিফেরাস যুগে ইহা স্থলরূপেই বিরাজ করে। ভৌম পার্মিয়ান যুগের সামুদ্রিক স্ফীতি পুনর্বার ইহাকে প্লাবিত করিয়াছিল।

পার্প্‌ল বেলেপাথর সোপান (Purple Sandstone Stage)—এই সোপানের নিম্নাংশ অপেক্ষাকৃত মিহি দানার বেলেপাথর, এবং সেল-সমৃদ্ধ বেলেপাথর, দ্বারা গঠিত। ঊর্ধ্বাংশে অপেক্ষাকৃত মোটা দানার শুভ্রতর বেলেপাথর পাওয়া যায়। এই স্তর সম্পূর্ণরূপে জীবাশ্মহীন। ইহার গভীরতা

প্রায় ৪৫০ ফুট। নিম্নস্থ লবণশ্রেণীর তুলনায় ইহা অনেক শক্ত স্তর। সেজন্য উভয়ের মধ্যস্থ, সংযোগ-তল অনেক সময় সহজেই বিকৃত হইয়াছে। এই সংযোগ-তলটি একটি অসংগতি।

নিওবোলাস সোপান (Neobolus stage)—পূর্বোক্ত সোপানের সহিত সংযোগস্থলে ইহার ভূমিপ্রান্ত গাঠনিক সংগতি দ্বারা চিহ্নিত। এই স্তরের গভীরতা খুবই কম, মাত্র ১০০ ফুটের মতো। প্রধানত, বিভিন্ন প্রকার সেল, এবং কিছু কিছু পাতলা গ্নকোনাইট যুক্ত বেলেপাথর ও ডলোমাইটের স্তরে এই সোপান গঠিত। ইহার ঊর্ধ্ব প্রান্তও সংগতি দ্বারা চিহ্নিত। এই সোপানটির স্তরতত্ত্বীয় গুরুত্ব প্রচুর। কারণ ইহা জীবাশ্মবাহী। এবং কয়েকটি জীবাশ্ম খুবই সার্থক, তাহারা প্রাচীনতা-নির্দেশক। ট্রাইলোবাইট এবং ব্র্যাকিওপোডদিগের জীবাশ্মই প্রধান, দু-একটি শামুক (টেরোপোড) ও ঝিনুক জীবাশ্মও পাওয়া গিয়াছে। ব্র্যাকিওপোড দল—**নিওবোলাস ওয়ার্থি** (*Neobolus warthi*) (ইহার আধিক্য লক্ষণীয়), **ডিসিনোলেপিস গ্র্যানুলাটা** (*Discinolepis granulata*), **সাইজোফোলিস রুগোসা** (*Schizopholis rugosa*), **লিংগুলেলা কুরেনসিস** (*Lingulella kurensis*), **লিঃ ওয়ান্নিয়েকি** (*L. wanniceki*, ইহার আধিক্য লক্ষণীয়), **লিঃ ফুক্সি** (*L. fuchsi*), **বোট্‌স্‌ফোর্ডিয়া** বা **মোবার্জিয়া গ্র্যানুলাটা** (*Botsfordia* or *Mobergia granulata*) , **অ্যাক্রোথিল** বা **রেডলিকেলা গ্র্যানুলাটা** (*Acrothele* or *Redlichella granulata*), **উইনিয়া ওয়ার্থি** *Wynnia warthi*)। ট্রাইলোবাইট দল—**রেডলিকিয়া নোয়েটলিঞ্জি** (*Redlichia noetlingi*), **টাইকোপেরিয়া ওয়ার্থি** (*Ptychoparia warthi*), **টাঃ রিকটেরি** (*P. richteri*), **টাঃ সকেসরেনসিস** (*P. sakesarensis*), **টাঃ জীআই** (*P. geei*), **চিট্টিডিলা প্লেনা** (*Chittidila plana*), **ব্লাকওয়েলডেরিয়া** (*Blackwelderia*—ইহা সন্দেহজনক **অলিনাস**, *Olenus*)। ঝিনুক—**সিউডোথিকা ওয়াগেনি** (*Pseudotheca waageni*)। শামুক—**হায়োলাইথিস** (*Hyolithes sp.*) জাতিবিশেষ, **হায়োলাইথিস উইনি** (*H. wynnei*) ইহার আধিক্য লক্ষণীয়। উল্লিখিত প্রাণিকুলের (fauna) একটি বৈশিষ্ট্য হইল গণ ও জাতির স্বল্পতা কিন্তু ব্যক্তির আধিক্য। এই তথ্য ইঙ্গিত করে যে নিওবোলাস সেলের অবক্ষেপণ কালে লবণ পর্বত অববাহিকা যথেষ্ট গভীরতা লাভ করিয়াছিল। যে স্তরটি হইতে উপরোক্ত জীবাশ্মগুলি পাওয়া গিয়াছে তাহা কয়েকফুট গভীর কৃষ্ণবর্ণ ক্লে-সেল বলিয়া বর্ণিত, উহার নিম্নে ও ঊর্ধ্বে গ্নকোনাইটযুক্ত বেলেপাথর আছে, কিন্তু উহার

মধ্যে নাই। এই শিলারূপভেদও লবণ পর্বত সামুদ্রিক অববাহিকাটির সাময়িক গভীরতা লাভের কথাটি সমর্থন করে।

উপরোক্ত জীবাশ্মগুলির মধ্যে স্তরতত্ত্বীয় গুরুত্ব সর্বাধিক **রেডলিকিয়া নোয়েটলিঙ্গি** নামক জাতিটির। **রেডলিকিয়ার** জীবাশ্ম অস্ট্রেলিয়ার এবং পূর্ব এসিয়ার বিভিন্ন স্থান হইতে পাওয়া গিয়াছে। লবণ পর্বতের জাতিটি চীন-কোরিয়া অঞ্চল হইতে প্রাপ্ত **রেডলিকিয়া চিনেন্‌সিস**-এর বিশেষ সদৃশ। এই ভিত্তিতে নিওবোলাস সোপান মধ্য কেম্ব্রিয়ান উপযুগের স্তর। ইহা একটি গুরুত্বপূর্ণ সিদ্ধান্ত। অবশ্যই নিওবোলাস প্রাণিকুলের সাধারণ জৈবিক রূপ এই বয়সকে সমর্থন করে। এই প্রাণিকুলের মধ্যে অত্যন্ত অধিক পরিমাণে পাওয়া যায় যে জাতিটি তাহা হইল আদিম ব্র্যাকিওপোড **নিওবোলাস ওয়ার্থি**। যে **টাইকোপেরিয়া** জাতিগুলি পাওয়া গিয়াছে স্পিটি কেম্ব্রিয়ানের (পরাহিও শ্রেণী) **টাইকোপেরিয়া** জাতিগুলির সহিত তাহাদের বিশেষ সাদৃশ্য নাই। আর-একটি উল্লেখযোগ্য জীবাশ্ম হইল **ব্র্যাকওয়েলডেরিয়া**—কারণ উর্ধ্ব কেম্ব্রিয়ানের বিখ্যাত ট্রাইলোবাইট **অলিনাসে**র সহিত ইহার যথেষ্ট সাদৃশ্য আছে।

ম্যাগনেসিয়ান বেলেপাথর সোপান (Magnesian sandstone stage)—ইহা সংগতভাবে পূর্বোক্ত নিওবোলাস সোপানের উপর বিন্যস্ত। ইহার গভীরতা প্রায় ২৫০ ফুট। এই সোপানটি লবণ পর্বতের পূর্বাংশেই উত্তম উদ্‌ভেদ প্রদর্শন করে। প্রধানত ইহা ক্রীম রং-এর মোটা মোটা ডলোমাইট-বেলেপাথর অথবা বালিপ্রধান-ডলোমাইট স্তরে গঠিত। অনেক সময় ইহার মধ্যে ত্বচন (lamination) দেখা যায়। পাতলা, কৃষ্ণ বা সবুজ বর্ণের সেল স্তরও ইহার মধ্যে দেখা যায়। জীবাশ্ম ইহার মধ্যে বিশেষ নাই। তবে কিছু আদিম প্রাণীর জৈবিক চিহ্ন (অ্যানিলিড) এবং কেম্ব্রিয়ান শামুক **স্টেনোথিকা** (Stenotheca) ইহার মধ্য হইতে পাওয়া গিয়াছে। স্পষ্টতঃই নিওবোলাস সমুদ্র অপেক্ষা ম্যাগনেসিয়ান বেলেপাথর সমুদ্র অনেক অগভীর ছিল।

সল্ট-সিউডোমর্ফ (লবণ ছদ্মরূপী) সোপান (Salt Pseudomorph Stage)—পূর্ববর্তী সোপান ম্যাগনেসিয়ান বেলেপাথরের উপর ইহা সংগতভাবে অবস্থিত। ইহার গভীরতা ৪৫০ ফুটের অধিক। প্রধানত উজ্জ্বল লাল ও বিচিত্রবর্ণ সেল পাথর এবং ত্বচিত বেলেপাথরের দ্বারা এই সোপান গঠিত। এই স্তরের মধ্যে প্রচুর ছদ্মরূপী ঘনকাকৃতি কেলাস দেখিতে পাওয়া যায়। কেলাসগুলির গড়ন লবণের ন্যায় কিন্তু মূল উপাদান লবণ পরবর্তীকালে ক্লেমণিক দ্বারা প্রতিস্থাপিত হইয়াছে। এজন্য স্তরটির নাম দেওয়া হইয়াছে সল্ট-সিউডোমর্ফ (লবণ ছদ্মরূপী) স্তর। শৈল প্রকৃতি, গাঠনিক বৈশিষ্ট্য ও

উপাদান ইত্যাদি বিবেচনা করিয়া মনে হয় যে এই স্তরটির অবক্ষেপণ হইয়াছিল কোন অগভীর অববাহিকায় এবং উহা অবরুদ্ধ থাকার দরুণ ক্রমশ শুকাইয়া যায়। এইজন্য লবণাদি বাষ্পীভবনজাত স্তর উৎপন্ন হয়। এইভাবে নিওবোলাস সমুদ্র গভীরতা হারাইতে হারাইতে ক্রমশ বিলুপ্ত হয়। আলোচ্যমান সোপানটির শীর্ষদেশে এইজন্য অসংগতি রহিয়াছে। এই অসংগতি অতি গুরুত্বপূর্ণ। ইহার কাল পরিসর দীর্ঘ—কেম্ব্রিয়ানের অন্ত হইতে কার্বনিফেরাসের অন্ত পর্যন্ত। এই দীর্ঘ চার যুগ ধরিয়া লবণ পর্বত অববাহিকায় স্থলীয় প্রতিবেশ বিরাজ করে। আবার সামুদ্রিক উচ্ছ্বাসের ফলে ইহা নিমজ্জিত হয় পার্মিয়ান যুগের সুরুতে। সল্ট-সিউডোমর্ফ সোপানের মধ্যে কোন জীবাশ্ম নাই, ইহার উৎপত্তিগত বৈশিষ্ট্য বিচার করিলে জীবাশ্মের অনুপস্থিতি অস্বাভাবিক মনে হয় না। নিওবোলাস সেল জীবাশ্মের ভিত্তিতে মধ্য কেম্ব্রিয়ান; তাহার উপরের সংগত স্তর ম্যাগনেসিয়ান বেলেপাথর এবং তাহার উপরের সংগত স্তর সল্ট-সিউডোমর্ফ। অতএব সম্ভবত ইহাও কেম্ব্রিয়ান যুগভুক্ত, হয় মধ্য অথবা নব কেম্ব্রিয়ান বয়সের।

4·3 স্পিটি বা 'কেন্দ্রীয়' হিমালয়ের নিম্ন পুরা-জীবীয় স্তর (lower Palaeozoics of central Himalaya or Spiti)

(ক) **ভূমিকা**—হিমাচল প্রদেশের লাহল-স্পিটি জেলায় স্পিটি নদীর উপত্যকায় এবং পার্শ্ববর্তী পার্বত্য অঞ্চলে ('কেন্দ্রীয়' হিমালয়) নিম্ন পুরাজীবীয় কালের পূর্ণ স্তরক্রম ভালোভাবে দেখা যায়। স্পিটি শতদ্রুর একটি উপনদী। স্পিটির উপনদী আবার পরাহিও। স্পিটি এবং পরাহিও দুই নদীর উপত্যকাই পুরাজীবীয় স্তরক্রম অনুশীলনের জন্য আদর্শ শিলাচ্ছেদ প্রদর্শন করে। বস্তুত হিমালয় পর্বতের এই অঞ্চলটিকে ভারতীয় পুরাজীবীয় স্তরের আদর্শ ভূমি বলা যায়। এই অঞ্চল বলিতে এখানে কুমায়ুন-হিমালয়কে বলা হইতেছে। ইহার পশ্চিমে পাঞ্জাব-হিমালয়, পূর্বে নেপাল-হিমালয়। এই মধ্যবর্তী অবস্থানের জন্য প্রথমের দিকে হিমালয়ের এই অংশকে 'কেন্দ্রীয়' হিমালয় (central Himalaya) নাম দেওয়া হয়। কিন্তু যুক্তির বিচারে এই নাম অচল, কারণ এই অঞ্চলটি ঠিক হিমালয়ের কেন্দ্রে অবস্থিত নহে। যাহা হউক, পূর্বেই বলা হইয়াছে, প্রায় সমগ্র হিমালয় ব্যাপিয়া ইহার উত্তর ঢালে অর্থাৎ তিব্বতীয় হিমালয় অঞ্চলে টেথিস মহীখাতের জীবাশ্মময় পাললিক বলয় বিস্তৃত। এই মহীখাত বলয় মোটামুটিভাবে উত্তর-পশ্চিম—দক্ষিণ-পূর্ব অভিমুখে বিস্তৃত। লাহল-স্পিটি জেলায় ও সংলগ্ন অঞ্চলে এই মহীখাতীয় পাললিক স্তরক্রমের পুরাজীবীয় হইতে

নিম্ন নবজীবীয় পর্যন্ত একটি সম্পূর্ণ রূপ প্রত্যক্ষ করা যায়। এখানকার প্রধান ভূতত্ত্বীয় বৈশিষ্ট্য হইল একটি বৃহদাকার অধোভঙ্গ, ইহার অক্ষ দক্ষিণ-পূর্ব হইতে উত্তর-পশ্চিম অভিমুখে বিস্তৃত। এই অধোভঙ্গের দক্ষিণ-পশ্চিম বাহুতে নিম্ন-কেম্ব্রিয়ান হইতে অন্ত-সিলুরিয়ান পর্যন্ত সকল স্তর এবং তৎপরবর্তী অনুক্রম বর্তমান আছে। এখানে কেবল নিম্ন পুরাজীবীয় স্তরক্রমটুকু (কেম্ব্রিয়ান-সিলুরিয়ান) আলোচিত হইবে। স্পিটি অধোভঙ্গের দক্ষিণ-পশ্চিম বাহুতে সর্বনিম্ন স্তরটি হইল কেম্ব্রিয়ান গোষ্ঠী (বা হৈমন্ত গোষ্ঠী); তাহার উপর সংগতভাবে ন্যস্ত অর্ডো-সিলুরিয়ান স্তর এবং তাহারও উপরে মুথ্ কোয়ার্টজাইট। এই লইয়া নিম্ন পুরাজীবীয় স্তরক্রম। এই সমস্ত স্তরগুলির নতিই উত্তর-পূর্ব অভিমুখে এবং ইহাদের আয়াম ভঙ্গের অক্ষের সহিত সমান্তরাল, উত্তর-পশ্চিম—দক্ষিণ-পূর্ব। স্পিটি অববাহিকার এই নিম্ন পুরাজীবীয় স্তরক্রম উত্তর-পশ্চিমে কাশ্মীরের দিকে এবং দক্ষিণ-পূর্বে নেপালের দিকে বিস্তৃত। কিন্তু প্রচণ্ড তুষারপাত ও অগম্য ভূপ্রকৃতির জন্য কোনদিকেই ইহাদের একটানা বেশীদূর অনুসরণ করা সম্ভব হয় নাই। নবজীবীয় অধিযুগে হিমালয়ের উত্থান পর্বে প্রবল ভঙ্গ ও বিপর্যয়ের প্রভাবে হিমালয়ের নিম্ন পুরাজীবীয় (এবং অন্যান্য) স্তরগুলির যথেষ্ট গাঠনিক বিকৃতি হইয়াছে। উহাদের অন্তর্ভুক্ত জীবাশ্মগুলি এই বিকৃতিতে অংশগ্রহণ করার দরুণ দেহসাম্য হারাইয়াছে, এখন উহাদের সনাক্ত করা অনেক সময় কঠিন হইয়া দাঁড়ায়। হিমালয়ের জীবাশ্মগুলির ইহা একটি প্রধান ত্রুটি। তাহা ছাড়া হিমালয়ের স্তরবিদ্যায় পার্বত্য অঞ্চলের দুর্গমতা, গাঠনিক জটিলতা এগুলিও সময় সময় প্রবল সমস্যার সৃষ্টি করে। স্পিটির নিম্ন পুরাজীবীয় অনুক্রমের নিম্নে কোন প্রমাণিত প্রাক্‌কেম্ব্রিয়ান ভূমিস্তর নাই।

(খ) স্পিটি এলাকার নিম্ন পুরাজীবীয় স্তরক্রম (এইচ, হেডেন, ১৯০৪) :

মুথ্ কোয়ার্টজাইট স্তর (১৫০০′)···ঊর্ধ্ব সিলুরিয়ান হইতে ডেভোনিয়ান

——— ? ———

নিম্ন পুরাজীবীয়

অর্ডোভিসিয়ান-সিলুরিয়ান গোষ্ঠী:

(৮) ধূসর সিলিকাময় চুনাপাথর (৮০′)
(৭) ধূসর এবং লালচে চুনাপাথর ও মার্ল (৭০′)
(৬) ধূসর বর্ণের প্রবাল চুনাপাথর (৫০′)
— বিভাগ রেখা —
(৫) ব্র্যাকিওপোড, শামুক ও প্রবাল যুক্ত সেল-সদৃশ চুনাপাথর (৩০′)
(৪) শক্ত, ধূসরবর্ণ, ডলোমাইটিয় চুনাপাথর (৪০′)
(৩) সিষ্টিড জীবাশ্ম-বাহী কৃষ্ণবর্ণ চুনাপাথর (৪০′)
(২) ট্রাইলোবাইট ও ব্র্যাকিওপোড-বাহী দুর্গন্ধ-যুক্ত চুনাপাথর (১৯৫′)
(১) উদ্ভিদ ও আঁথিসযুক্ত বেলেপাথর (১৫০′)
(০) কোয়ার্টজাইট, সেল, ভৌম কংগ্লোমারেট (১৫০০′)

— অসংগতি —

কেম্ব্রিয়ান গোষ্ঠী বা হৈমন্ত গোষ্ঠী:

(৩) ঊর্ধ্ব শ্রেণী (১২০০′)···মধ্য এবং ? ঊর্ধ্ব কেম্ব্রিয়ান
(২) মধ্য শ্রেণী (১০০০′)···নিম্ন কেম্ব্রিয়ান
(১) নিম্ন শ্রেণী (২০০০′-৩০০০′)···নিম্ন কেম্ব্রিয়ান বা ? প্রাক্‌কেম্ব্রিয়ান

? ভূমিস্তর

(গ) উল্লিখিত স্তরক্রমের বর্ণনা :

(১) **কেম্ব্রিয়ান বা হৈমন্ত গোষ্ঠী**—আদর্শভূমি যুক্তরাজ্যে (U. K.) কেম্ব্রিয়ান গোষ্ঠীকে চারিটি শ্রেণীতে বিভক্ত করা হয়, ট্রাইলোবাইট জীবাশ্মের ভিত্তিতে—অলিনেলিডিয়ান শ্রেণী (নিম্নতম), প্যারাডক্সিডিয়ান শ্রেণী, অলিনিডিয়ান শ্রেণী এবং ট্রিমাডোসিয়ান শ্রেণী (ঊর্ধ্বতম)। চতুর্থটি অবশ্য ইউরোপের সর্বত্র কেম্ব্রিয়ান গোষ্ঠীভুক্ত বলিয়া বিবেচিত হয় না। তাহা হইলে, ১ম, ২য় এবং ৩য় শ্রেণীকে যথাক্রমে নিম্ন, মধ্য এবং ঊর্ধ্ব কেম্ব্রিয়ান নামে অভিহিত করা চলে ; এবং অনুরূপে কেম্ব্রিয়ান যুগকে পুরাকেম্ব্রিয়ান,

মধ্যকেম্ব্রিয়ান ও নবকেম্ব্রিয়ান এই তিনটি উপযুগে বিভক্ত করা চলে। আলোচ্যমান অঞ্চল 'কেন্দ্রীয়' হিমালয় বা স্পিটি অববাহিকায় কেম্ব্রিয়ানের এইরূপ সুস্পষ্ট বিভাগ ফসিলের সাহায্যে প্রতিষ্ঠা করা যায় নাই। তবে কেম্ব্রিয়ান গোষ্ঠীর উপস্থিতি সন্দেহাতীত। এখানে যাহা কেম্ব্রিয়ান গোষ্ঠী নামে বর্ণিত হইতেছে তাহাকে অনেক সময় হৈমন্ত গোষ্ঠী বলিয়াও উল্লেখ করা হয়। হিমালয় পর্বতের এই উচ্চ অংশ প্রায় সর্বদাই তুষারাচ্ছন্ন থাকে বলিয়া, সংস্কৃত শব্দ 'হিম' হইতে নাম হয় হৈমন্ত (গ্রাইসব্যাক, ১৮৯১ খ্রীঃ)। ইহার পূর্বে অবশ্য এই স্তরটির প্রথম নামকরণ করা হইয়াছিল 'ভাবে' শ্রেণী (ষ্টলিস্কা, ১৮৬৬ খ্রীঃ)। স্পিটি হইতে বেশ কিছুটা পূর্বে নিতি হিমালয়ে গ্রাইসব্যাক হৈমন্ত গোষ্ঠীকে তিন ভাগে ভাগ করেন। পরবর্তীকালে হেডেন (১৯04 খ্রীঃ) স্পিটি হিমালয়ে কাজ করিতে আসিয়া দেখেন যে এখানে কেবল মধ্য হৈমন্ত ও ঊর্ধ্ব হৈমন্ত রহিয়াছে, নিতির নিম্নবিভাগটি স্পিটিতে অনুপস্থিত। তিনি আরও লক্ষ্য করেন যে, ঊর্ধ্ব হৈমন্ত বিভাগটির উপর কেম্ব্রিয়ান জীবাশ্ম দ্বারা চিহ্নিত পরাহিও শ্রেণী নামে একটি স্তর সংগতভাবে অবস্থান করিতেছে সুতরাং তিনি পরাহিও শ্রেণীকেও হৈমন্ত গোষ্ঠীর অন্তর্ভুক্ত করেন। অতঃপর মধ্য হৈমন্ত, ঊর্ধ্ব হৈমন্ত এবং পরাহিও—এই তিন শ্রেণী সম্মলিত দলটিই হয় হৈমন্ত গোষ্ঠীর নূতন রূপ এবং উক্ত বিভাগ তিনটিকে নূতন হৈমন্ত গোষ্ঠীর যথাক্রমে নিম্ন, মধ্য ও ঊর্ধ্ব বিভাগ বলিয়া গণ্য করা হয়। হেডেন আরও প্রস্তাব করেন যে হৈমন্ত গোষ্ঠীর নাম সংশোধন করিয়া উহার নাম দেওয়া হউক কেম্ব্রিয়ান গোষ্ঠী। ইহার সমর্থনে বলা যাইতে পারে যে, ঊর্ধ্ব হৈমন্ত বা পরাহিও বিভাগ হইতে মধ্য কেম্ব্রিয়ান ট্রাইলোবাইট জীবাশ্ম রেডলিকিয়া (*Redlichia*) পাওয়া গিয়াছে। ইহার (পরাহিও শ্রেণীর) ঊর্ধ্ব সীমা ঊর্ধ্ব কেম্ব্রিয়ান পর্যন্ত বিস্তৃত হইতে পারে বা নাও পারে। কিন্তু ইহার নিম্ন প্রান্তে সংগতভাবে বিন্যস্ত আছে মধ্য হৈমন্ত শ্রেণী, অতএব উহা জীবাশ্মহীন হইলেও স্তরীয় অবস্থানের ভিত্তিতে মধ্য বা নিম্ন কেম্ব্রিয়ান হইবে। এবং তন্নিম্ন শ্রেণীটি অর্থাৎ নিম্ন হৈমন্ত স্তর (উভয়ের মধ্যে সংগতি আছে) নিম্ন কেম্ব্রিয়ান বা নব প্রাক্‌কেম্ব্রিয়ান হওয়াই সম্ভব ও স্বাভাবিক।

এখন দেখা যাউক, স্পিটি এলাকায় কেম্ব্রিয়ান গোষ্ঠীর ভূমিস্তর (basement) কি। পূর্বে বৈকৃত গোষ্ঠী নামে একটি রূপান্তরিত এবং গ্র্যানিটায়িত শিলাদলকে হৈমন্ত (কেম্ব্রিয়ান) গোষ্ঠী অপেক্ষা প্রাচীনতর এবং উহার ভূমিস্তর বলিয়া বর্ণনা করা হইত। কিন্তু পরে দেখা গিয়াছে যে আন্তঃস্তরীয় সম্পর্ক হইতে বৈকৃত গোষ্ঠী সম্ভবত হৈমন্ত গোষ্ঠীরই রূপান্তরিত অংশবিশেষ। অতএব স্পিটি এলাকায় হৈমন্ত গোষ্ঠী অপেক্ষা প্রাচীনতর

কোন স্তর নাই বলিলেও চলে। অবশ্য হিমালয়ের অন্যত্র আছে। যেমন— সিমলা অঞ্চলে যুটগ শ্রেণী।

কেম্ব্রিয়ান গোষ্ঠীর তিনটি উপবিভাগ—নিম্ন বিভাগটি ২০০০ ফুট হইতে ৩০০০ ফুট গভীর একটি অতি বলিত স্তর, কৃষ্ণবর্ণ স্লেট পাথর এবং কোয়ার্টজাইটে গঠিত। ইহা জীবাশ্মহীন এবং ইহার ভূমিস্তর দেখা যায় না অর্থাৎ নিম্নপ্রান্ত আবৃত। ইহার সম্ভাব্য বয়স নব প্রাক্‌কেম্ব্রিয়ান হইতে নিম্ন কেম্ব্রিয়ান। ইহার দক্ষিণ-পশ্চিমে রহিয়াছে উদ্‌বেধী গ্র্যানিট, যাহা হিমালয়ের অক্ষস্থিত কেন্দ্রীয় সংঘট্ট বলয়ের অন্তর্ভুক্ত। পরবর্তী স্তর মধ্য হৈমন্ত বিভাগ প্রায় ১০০০ ফুট গভীর। ইহা উজ্জ্বল লাল বা কৃষ্ণবর্ণ সেল ও কোয়ার্টজাইট পাথরে গঠিত। গৌণ লৌহ আকরিকের উপস্থিতিই তাহাদের রঙের জন্য প্রধানত দায়ী। উজ্জ্বল রঙের দ্বারা এই শ্রেণীটি সহজেই দৃষ্টি আকর্ষণ করে, সুতরাং উহা একটি কার্যকরী স্তর। মধ্য শ্রেণীর মধ্যেও কোন জীবাশ্ম নাই, তবে পরাহিও শ্রেণীর নিম্নে সংগতিপূর্ণ স্তরীয় অবস্থান হেতু ইহাকে নিম্ন বা মধ্য কেম্ব্রিয়ান বলিয়া গণ্য করা চলে। সর্বোচ্চ বিভাগটির নাম পরাহিও শ্রেণী। ইহার উদ্‌ভেদ দেখিতে পাওয়া যায় পরাহিও নদীর উপত্যকায়। ইহার সর্বোচ্চ গভীরতা প্রায় ১২০০ ফুটের মতো। কোয়ার্টজাইট, স্লেট, সেল এবং ডলোমাইট শিলায় এই শ্রেণীটি গঠিত। এই শ্রেণীর মধ্যে জীবাশ্মের ভিত্তিতে কাউপার রীড (১৯১০) তিনটি সোপান প্রস্তাব করেন। জীবাশ্মগুলি বিকৃত হইলেও তাহাদের সনাক্ত করা হইয়াছে। তাহাদের মধ্যে প্রধান হইল ট্রাইলোবাইটেরা এবং **রেডলিকিয়া নোয়েটলিংগি** নামক ট্রাইলোবাইট জাতিটি সবচেয়ে গুরুত্বপূর্ণ। ইহা চীনদেশের এবং অস্ট্রেলিয়ার মধ্য কেম্ব্রিয়ান স্তরের বৈশিষ্ট্য। সেই যুক্তিতে পরাহিও শ্রেণীকে মধ্য কেম্ব্রিয়ান বলিয়া বিবেচনা করা হয়। তবে কেহ কেহ বলেন যে ইহার কাল-পরিসর ঊর্ধ্ব কেম্ব্রিয়ান পর্যন্ত বিস্তৃত হইতে পারে। কারণ, একটি অলিনাসের মতো (ঊর্ধ্ব কেম্ব্রিয়ান) ফসিল ইহার ঊর্ধ্ব সোপানের মধ্যে বর্ণিত হইয়াছে। পরাহিও প্রাণিকুলের তালিকা ঃ

নিম্ন পরাহিও সোপান—

নিসুসিয়া ডেপসায়েনসিস (*Nisusia depsaensis*) এবং **লিংগুলেলা** জাতিবিশেষ (*Lingulella* sp.)—ইহারা উভয়েই ব্র্যাকিওপোড।

মধ্য পরাহিও সোপান—

মাইক্রোডিসকাস হৈমন্তেনসিস (*Microdiscus haimantensis*), **মাঃ গ্রাইসব্যাকি** (*M. greisbachi*), **অরিকটোসিফেলাস সলটেরি** (*Oryctocephalus salteri*), **অঃ রেনোল্‌ডসি** (*O.

reynoldsi), **জ্যাকান্থয়ডিস ইণ্ডিকাস** (*Zacanthoides indicus*), **টাইকোপেরিয়া পার্ভালগেটা** (*Ptychoparia pervulgata*), **টাঃ কন্সোসিয়ালিস** (*P. consocialis*), **টাঃ অ্যাডমিসা** (*P. admisa*), **টাঃ মাওপোয়েনসিস** (*P. maopoensis*), **টাঃ ? হোষ্টিলিস** (*P. ? hostilis*), **টাঃ প্রিটেরিটা** (*P. praeterita*), **টাঃ (কনসিফেলাইটিস) মেমর** (*Conocephalites memor*), **টাঃ স্পিটিয়েন্সিস** (*P. spitiensis*), **টাঃ স্ট্রাচেয়ি** (*P. stracheyi*), **টাঃ উরসিওলেটা** (*P. urceolata*), **টাঃ ডিফোসা** (*P. defossa*), **টাঃ (কনোসিফেলাইটিস) হেসটারণা** (*Conocephalites hesterna*), **টাঃ হিমালৈকা** (*P. himalaica*), **শাণ্টাংগিয়া ফ্রিকোয়েন্স** এর মতো (*Schangtungia* cf. *frequens*), **অ্যাগ্রোলস সিমুলান্স** (*Agraulos simulans*), **অ্যাগ্রোলস রবার্টি** (*A. roberti*), **অ্যাঃ ফার্ভিডাস** (*A. fervidus*)—এগুলি সব ট্রাইলোবাইট। **হায়োলাইথিস** অ্যাফ্‌ **প্লাইকেটাস** (*Hyolithes* aff. *plicatus*), **হাঃ** অ্যাফ্‌ **ড্যানিকাস** (*H.* aff. *danicus*)—এগুলি শামুক (টেরোপোড)।

অবোলাস জাতিবিশেষ (*Obolus* sp.), **অবোলেলা ক্র্যাসার** মতো (*Obolella* cf. *crassa*), **অবোলেলা আটলাণ্টিকার** মতো (*Obolella* cf. *atlantica*), **অ্যাক্রোথিল স্পারির** মতো (*Acrothele* cf. *spurri*), **অ্যাঃ ভার্টেক্স** (*A. vertex*), **অ্যাঃ** জাতিবিশেষ (*A.* sp.), **অ্যাক্রোট্রিটা পরাহিওয়েন্সিস** (*Acrotreta parahioensis*), **লিংগুলেলা হৈমন্তেনসিস** (*Lingulella haimantensis*), **লিঃ স্পিটিয়েন্সিস** (*L. spitiensis*), **বোট্‌স্‌ফোর্ডিয়া (লিংগুলেলা) কিলেটা** (*Botsfordia* [*L.*] *coelata*), **লিংগুলেপসিস** জাতিবিশেষ (*Lingulepsis* sp.)—এগুলি সব ব্র্যাকিওপোড। **ইওসিষ্টাইটিস** জাতিবিশেষ (*Eocystites* sp.)—ইহা একটি সিস্টিড।

কন্‌সাইনোসায়াথাস কর্বিকুলা (*Concynocyathus corbicula*) ইহা একটি সিলেণ্টেরেট বা ? আর্কিওসায়াথিড।

(প্রসঙ্গক্রমে বলা যায় আর্কিওসায়াথিড দলটি ইউরোপের একটি বিশিষ্ট কেম্ব্রিয়ান ফসিল)।

ঊর্ধ্ব পরাহিও সোপান—

অলিনাস ? হৈমন্তেনসিস (*Olenus ? haimantensis*)

ব্যাথিউরিসকাস ? ষ্টলিক্কাই (*Bathyuriskus ? stoliczkai*)

ডাইসেলোসিফেলাস ? ইণ্টারপ্রেস (*Dicellocephalus ? interpres*)—এগুলি সব ট্রাইলোবাইট।

উল্লিখিত তালিকা হইতে বুঝা যায় যে পরাহিও শ্রেণী জীবাশ্মে খুবই সমৃদ্ধ। **রেডলিকিয়া** জীবাশ্মের ভিত্তিতে সমগ্র শ্রেণীটিকে মধ্য কেম্ব্রিয়ান বলা হয়। তবে উর্ধ্ব সোপানে প্রাপ্ত সন্দেহজনক **অলিনাসের** ভিত্তিতে ঐ সোপানকে সম্ভাব্য উর্ধ্ব কেম্ব্রিয়ান বলিয়া মনে করা যাইতে পারে।

(২) **অর্ডো-সিলুরিয়ান গোষ্ঠী**—পরাহিও শ্রেণীর শীর্ষে একটি অসংগতি লক্ষ্য করা গিয়াছে। ইহা হইতে মনে হয় কেম্ব্রিয়ান যুগান্তে সমুদ্র সংকুচিত হইয়াছিল, অন্তত স্পিটি অঞ্চলের কোন কোন অংশ হইতে ইহা অপসৃত হইয়াছিল। এই অসংগতির উপরে প্রায় ২000 হইতে ২২00 ফুট গভীর একটি অগভীর-জলজাত স্তরক্রম পাওয়া যায়, যাহার বয়স অর্ডোভিসিয়ান হইতে সিলুরিয়ান পর্যন্ত বিস্তৃত (জীবাশ্মের তথ্য প্রমাণে)। গোড়াতে বলিয়া রাখা যায় যে আদর্শভূমি বৃটিশ দ্বীপপুঞ্জে জীবাশ্মের ভিত্তিতে অর্ডোভিসিয়ানকে পাঁচটি (স্কিডাভিয়ান, ল্যাণ্ডিলিয়ান, ল্যানভির-নিয়ান, ক্যারাডোসিয়ান, অ্যাসগিলিয়ান) এবং সিলুরিয়ানকে চারটি (ল্যাণ্ডোভারি, লুড্‌লো, ওয়েনলক্, ডাউনটন) ভাগে বিভক্ত করা হয়। হিমালয়ে অর্ডোভিসিয়ান ও সিলুরিয়ান গোষ্ঠীর অস্তিত্ব জীবাশ্মের দ্বারা সন্দেহাতীত রূপে প্রমাণিত হইলেও ইউরোপের মতো এত সূক্ষ্ম বিভাজন সম্ভব হয় নাই। উল্লিখিত অর্ডো-সিলুরিয়ান স্তরক্রম স্পিটির সম্পূর্ণ দৈর্ঘ্য বরাবর বর্তমান এবং উভয়দিকে আরও অনেকদূর পর্যন্ত বিস্তৃত। অর্ডো-সিলুরিয়ান অনুক্রমের নিম্নাংশ ('o' স্তর) গ্রীট, কংগ্লোমারেট, কোয়ার্টজাইট ইত্যাদি কর্করীয় শিলায় গঠিত। ইহার উর্ধ্বাংশে সেল, চুনাপাথর, ডলোমাইটের আধিক্য দেখা যায়। সমগ্র অনুক্রমটি অগভীর জলজাত বলিয়া বিশ্বাস। শৈল উপাদানের ভিত্তিতে এই অনুক্রমটিকে প্রায় ৯টি অংশে বা শিলাস্তরে বিভক্ত করা হইয়াছে। ইহাদের মধ্যে কয়েকটি স্তর জীবাশ্মময় এবং অন্যগুলি জীবাশ্মহীন বা অল্প-জীবাশ্মযুক্ত। জীবাশ্মের ভিত্তিতে এই অনুক্রমের মধ্যে কয়েকটি জৈবিক অঞ্চল গঠন করা হইয়াছে। ২নং স্তরটি সবচেয়ে সমৃদ্ধ জৈবিক অঞ্চল। ঠিক কোন্ স্তরে অর্ডোভিসিয়ান ও সিলুরিয়ানের বিভাগ-তল অবস্থিত তাহা বলা একটু কঠিন। তবে দেখা গিয়াছে যে ৬নং স্তরে অকস্মাৎ সিলুরিয়ান রূপের একদল প্রবাল আবির্ভূত হইয়াছে। এই তথ্যের ভিত্তিতে অনুমান করা হইয়াছে যে অর্ডোভিসিয়ান এবং সিলুরিয়ান গোষ্ঠীর মধ্যবর্তী সীমারেখা ৫নং স্তর ও ৬নং স্তরের মধ্য দিয়া চিহ্নিত। লক্ষ্য করা প্রয়োজন যে অর্ডো-সিলুরিয়ান অনুক্রমের গভীর (১৫00′), কর্করীয় শিলায় গঠিত নিম্নাংশটি একেবারেই জীবাশ্মহীন। এবং উহার উপরে যে জীবাশ্মময় স্তর আছে তাহার মধ্যে প্রাচীনতর জীবাশ্মগুলি হইল মধ্য অর্ডোভিসিয়ান উপযুগের, নিম্ন অর্ডোভিসিয়ান জীবাশ্ম হিমালয়ে পাওয়া

যায় নাই। ইহা হইতে অনুমান করা হয় যে গভীর, কর্করীয় নিম্নস্তরটি, ('o' নং স্তর) নিম্ন অর্ডোভিসিয়ান যুগে উৎপন্ন হইয়াছিল। স্পিটির অর্ডো-সিলুরিয়ান অনুক্রমের জীবাশ্মময় ঊর্ধ্বাংশে যে সকল জীবাশ্ম পাওয়া গিয়াছে নিম্নে তাহাদের তালিকাভুক্ত করা হইল।

অর্ডোভিসিয়ান প্রাণিকুল (১ হইতে ৫নং স্তরে প্রাপ্ত) :—

ট্রাইলোবাইট—**অ্যাসাফাস** (*Asaphus*), **ইল্লিনাস** (*Illaenus*), **ক্যালিমিন** (*Calymene*), **কাইরুরাস** (*Chcirurus*), **ব্রনটিউস** (*Bronteus*), **লাইকাস** (*Lichas*)।

ব্র্যাকিওপোড—**লিংগুলা** (*Lingula*), **অর্থিস** (*Orthis*), **ড্যালম্যানেলা** (*Dalmanella*), **ট্রাইপ্লেসিয়ে** (*Triplecia*), **লেপ্টিনা** (*Leptæna*), **ষ্ট্রফোমেনা** (*Strophomena*), **র‍্যাফিন্স্কিনা** (*Rafinesquina*), **প্লেকটামবোনাইটিস** (*Plectambonites*), **হিন্দেলা** (*Hindella*), **ক্রিশ্চিয়ানিয়া** (*Christiania*), **প্যারাষ্ট্রোফিয়া** (*Parastrophia*) ইত্যাদি।

ঝিনুক—**টেরিনিয়া** (*Pterinea*)।

শামুক—**লফোস্পাইরা** (*Lophospira*), **বেলেরোফোঁ** (*Bellerophon*), **কনরাডেলা** (*Conradella*) ইত্যাদি।

সেফালোপোড—**অর্থোসিরাস** (*Orthoceras*), **সার্টোসিরাস** (*Cyrtoceras*), **গোনিওসিরাস** (*Gonioceras*) ইত্যাদি।

অষ্ট্রাকোড—**ইউরিকিলিনা** (*Eurychilina*), **প্রিমিটিয়া** (*Primitia*), **লেপার্ডিটেলা** (*Leperdetella*)।

ব্রায়োজোয়া—**টাইলোপোরা** (*Ptilopora*), **ফাইলোপোরিণা** (*Phylloporina*), **টাইলোডাকৃটিয়া** (*Ptilodactya*)।

প্রবাল—**ষ্ট্রেপটিলেস্‌মা** (*Streptelasma*), **হেলিওলাইটিস** (*Heliolites*), **ফ্যাভোসাইটিস** (*Favosites*)।

উপরোক্ত অর্ডোভিসিয়ান প্রাণিকুলের কয়েকটি বৈশিষ্ট্য লক্ষ্য করা গিয়াছে —(১) দু-একটি জীবাশ্ম গণ এবং প্রায় সকল জীবাশ্ম জাতিগুলিই হিমালয়ের স্থানীয় বৈশিষ্ট্য ; অন্যত্র ইহাদের পাওয়া যায় না। (২) আমেরিকার প্রাণিকুলের সহিত কিছু সাদৃশ্য লক্ষণীয়। (৩) ব্র্যাকিওপোডদের প্রাধান্য ; ইহাদের মধ্যে **অর্থিস, ষ্ট্রফোমেনা** এবং **লেপ্টিনা** এই তিনটি গণের প্রাচুর্য দেখা যায়। (৪) ট্রাইলোবাইটেরা বিরল ; তাহাদের আকার ছোট এবং দেহাবশেষ ভগ্ন। (৫) ঝিনুক, শামুক, সেফালোপোড ইহারা খুবই বিরল, সিষ্টিড প্রায়

নাই। (৬) উক্ত প্রাণিকুলের আমেরিকান সাদৃশ্য প্রধানত কয়েকটি জীবাশ্ম দ্বারা প্রদর্শিত হয়, যেমন—অর্থিস, লেপ্টিনা, স্ট্রফোমেনা, হিন্দেলা, প্যারাষ্ট্রোফিয়া, ট্রাইপ্লেসিয়ে, গোনিওসিরাস ইত্যাদি ; আমেরিকান প্রাণিকুলের সহিত তুলনা হইতে প্রতীয়মান হয় যে হিমালয়ের প্রাণিকুলের বয়স সম্ভবত মধ্য অর্ডোভিসিয়ান বা পুরা-ঊর্ধ্ব অর্ডোভিসিয়ান।

এই প্রসঙ্গে বলা যায় যে স্পিটির পূর্বদিকে হিমালয়ের নিতি অঞ্চলেও জীবাশ্মময় অর্ডোভিসিয়ান স্তর পাওয়া গিয়াছে ; তাহা হৈমন্ত গোষ্ঠীর উপর অসংগতভাবে অধিশয়িত। বস্তুত অর্ডোভিসিয়ান বলয়টি উত্তর-হিমালয়ে দীর্ঘবিস্তৃত এবং কখনও কখনও এই জীবাশ্মময় বলয়টি হিমালয়ের সর্বোচ্চ রেখার দক্ষিণ পার্শ্বেও অনুপ্রবেশ করিয়াছে, যেমন নেপালে।

সিলুরিয়ান প্রাণিকুল (৬ হইতে ৮নং স্তরে প্রাপ্ত) ঃ—

প্রবাল—**প্রোপোরা** (*Propora*), **জ্যাফ্রেন্টিস** (*Zaphrentis*), **ফ্যাভোসাইটিস** (*Favosites*), **লিণ্ড্স্ট্রিমিয়া** (*Lindstroemia*), **হ্যালিসাইটিস** (*Halysites*), **ষ্টাইলারিয়া** (*Stylaroea*)।

ব্র্যাকিওপোড—**অর্থিস** (*Orthis*), **ষ্ট্রোফিওডন্টা** (*Stropheodonta*), **ডালমানেলা** (*Dalmanella*), **অর্থোথেটিস** (*Orthothetes*), **ষ্ট্রফোমেনা** (*Strophomena*), **লেপ্টিনা** (*Leptena*), **পেণ্টামেরাস ওব্লংগাস** (*Pentamerus oblongus*) ইত্যাদি।

ট্রাইলোবাইট—**ক্যালিমিন** (*Calymene*), **এনক্রাইনুরাস** (*Encrinurus*) ইত্যাদি।

ঝিনুক-শামুক-সেফালোপোড—**প্যালিওনিলো** (*Palaeoneilo*). **ইউওমফেলাস** (*Euomphalus*), **অর্থোসিরাস** (*Orthoceras*), **বেলেরোফোঁ** (*Bellerophon*) ইত্যাদি।

উল্লিখিত প্রাণিকুলের কয়েকটি বৈশিষ্ট্য লক্ষণীয় ঃ (১) প্রবাল এবং ব্র্যাকিওপোডদের প্রাচুর্য। (২) প্রবাল জীবাশ্মের কয়েকটি যেমন **প্রোপোরা হিমালেকা, ফ্যাভোসাইটিস স্পিটিয়েনসিস** আমেরিকান সিলুরিয়ান প্রবালের সহিত সাদৃশ্য প্রদর্শন করে। (৩) ব্র্যাকিওপোড ইত্যাদি অন্যান্য জীবাশ্মগুলি ইউরোপীয় সিলুরিয়ান প্রাণিকুলের সহিত তুলনীয় ; কিন্তু একটি আকর্ষণীয় পার্থক্য হইল—ইউরোপের গ্র্যাপটোলাইট সম্প্রদায় হিমালয়ে অনুপস্থিত। (৪) বিশেষত ইউরোপীয়ান জীবাশ্ম (ব্র্যাকিওপোড) **ষ্ট্রোফিওডন্টা কম্প্রেসা** এবং **পেণ্টামেরাস ওব্লংগাস** এই দুইটির ভিত্তিতে আলোচ্যমান স্তরগুলিকে (৬নং হইতে ৮নং) নিম্ন বা নিম্ন-মধ্য সিলুরিয়ান (ল্যাণ্ডোভারি-ওয়েনলক) উপযুগের বলিয়া গণ্য করা যাইতে পারে।

(৫) উক্ত প্রাণিকুলের মধ্যে কোন গ্র্যাপটোলাইট জীবাশ্ম নাই। কিন্তু সাম্প্রতিক কালে নেপাল হিমালয়ের থাক্‌খোলা অঞ্চল হইতে সিলুরিয়ান গ্র্যাপটোলাইট জীবাশ্মের উপস্থিতির সংবাদ পাওয়া গিয়াছে (এ, গানসার, ১৯৬৪, ১৬৬ পৃঃ)।

(ঘ) **কুমায়ুনের নিকটবর্তী কালি উপত্যকার নিম্ন পুরাজীবীয় স্তরক্রম**—স্পিটির পূর্বদিকে কুমায়ুনের নিকট কালি নদীর উপত্যকায় জীবাশ্ম-বাহী নিম্ন পুরাজীবীয় স্তরক্রম দেখিতে পাওয়া যায়। নিম্নতম স্তর হইল **গার্বিয়াং শ্রেণী**। ইহার মধ্যে প্রাপ্ত ভগ্ন ও বিকৃত শামুকাদি জীবাশ্ম হইতে ইহাকে কেম্ব্রিয়ান যুগের এবং হৈমন্ত গোষ্ঠীর সমসাময়িক বলিয়া মনে হয়। এই স্তর প্রধানত কর্করীয় শিলা এবং মৃন্ময় ডলোমাইটে গঠিত। ইহার গভীরতা ১৫ হইতে ১৬ হাজার ফুট পর্যন্ত হইতে পারে। পরবর্তী স্তর **সিয়ালা শ্রেণী** জীবাশ্মময় ; ইহা প্রায় ১৬০০ ফুট গভীর চুনাপাথর জাতীয় শিলায় গঠিত। লেপ্টিনা, অর্থিস, ক্যালিমিন, র‍্যাফিন্‌স্কিনা ইত্যাদি জীবাশ্মগুলি ইহার অর্ডোভিসিয়ান বয়স নির্দেশ করে। সিয়ালা শ্রেণীর উপর সংগতভাবে অধিশায়িত **ভেরিগেটেড শ্রেণী** (Variegated Series) বা লাল ক্রাইনয়েডযুক্ত চুনাপাথর। এই স্তর বিচিত্রবর্ণের সেল, চুনাপাথর, ডলোমাইট ইত্যাদি শিলায় গঠিত। ইহার গভীরতা প্রায় ৩০০০ ফুট। স্তরীয় অবস্থান হইতে ইহার বয়স সিলুরিয়ান বলিয়া মনে হয়।

(ঙ) **মুথ্‌ কোয়ার্টজাইট গোষ্ঠী**—স্পিটি অঞ্চলের অন্তর্গত পিন নদীর অববাহিকায় অবস্থিত মুথ্‌ নামক গ্রামের নাম হইতে এই শিলাস্তরটির নামকরণ করা হইয়াছে। ইহা মুথ্‌ গ্রামের নিকট উত্তর-পূর্ব দিকে প্রায় ৪৫° নত, ৫০০ ফুট গভীর, অর্থোকোয়ার্টজাইট শিলায় প্রধানত গঠিত। অন্যান্য স্থানে ইহার গভীরতা আরও অনেক বেশী। এই শুভ্র, শক্ত, জীবাশ্মহীন, অর্থোকোয়ার্টজাইট স্তরটি হিমালয়ের প্রায় সম্পূর্ণ দৈর্ঘ্য ব্যাপিয়া বিস্তৃত এবং সাধারণত ইহার গভীরতা ২৫০০ ফুটের ঊর্ধ্বে। ইহার স্তরীয় অবস্থান **পেন্টামেরাস ওব্‌লংগাসের** (নিম্ন সিলুরিয়ান) জীবাশ্মযুক্ত চুনাপাথরের উপর, উহাদের মধ্যে কোন সুস্পষ্ট গাঠনিক অসংগতি নাই। এই তথ্য-প্রমাণের ভিত্তিতে মুথ্‌ কোয়ার্টজাইট গোষ্ঠীর নিম্নাংশকে ঊর্ধ্ব সিলুরিয়ান উপযুগের অবক্ষেপ বলিয়া গণ্য করা হয়। দু-একটি বিরল জীবাশ্মের কথা বাদ দিলে বলা যায় মুথ্‌ কোয়ার্টজাইট স্তরে কোন জীবাশ্ম নাই অর্থাৎ প্রাচীনতার কোন আভ্যন্তরীণ তথ্য-প্রমাণ ইহার মধ্যে সংরক্ষিত নাই (আধুনিক কালে অবশ্য কিছু জীবাশ্ম পাওয়া গিয়াছে)। জীবাশ্মের স্বল্পতার সহিত ইহার শৈল উপাদান ও উৎপত্তিগত বৈশিষ্ট্যের সম্বন্ধ আছে। শিলাপ্রকৃতি নির্দেশ করে যে ইহা একটি উপকূলবর্তী অবক্ষেপ, ঠিক গভীর জলের মহীখাতীয় অবক্ষেপ নহে।

ইহার উৎপত্তি সম্বন্ধে অন্যান্য ধারণাও প্রস্তাবিত হইয়াছে। যাহা হউক, এই স্তরটি সম্ভবত এমন কোন প্রতিবেশে উৎপন্ন হইয়াছিল যেখানে জীবাশ্মের উপস্থিতি বা সংরক্ষণ সম্ভব ছিল না। মুথ্ কোয়ার্টজাইটের ঊর্ধ্বসীমায় নানা-স্থানে নানা স্তর পাওয়া গিয়াছে—জীবাশ্মবাহী ডেভোনিয়ান, জীবাশ্মবাহী পুরাকার্বনিফেরাস, জীবাশ্মবাহী পার্মিয়ান ইত্যাদি। বিশেষত, উত্তর স্পিটি (৩২° ১০′ উঃ এবং ৭৮° ০′ পূঃ), উঃ পূঃ পাঞ্জাবের অন্তর্গত বসার (পূর্বেকার একটি দেশীয় রাজ্য) এলাকা, দক্ষিণ-পূর্ব কাশ্মীরের রুপ্সু জেলা—এই কয়টি স্থানে মুথ্ গোষ্ঠীর উপরে **অ্যাট্রাইপা অ্যাস্পেরা** (*Atrypa aspera*), **অর্থোথেটিস আম্ব্রাকিউলাম্** (*Orthothetes umbraculum*) ইত্যাদি ডেভোনিয়ান জীবাশ্মযুক্ত চুনাপাথরের স্তর পাওয়া গিয়াছে। ইহা হইতে প্রতীয়মান হয় যে মুথ্ কোয়ার্টজাইটের ঊর্ধ্বাংশ ডেভোনিয়ান যুগের। এইভাবে মুথ্ গোষ্ঠীকে একটি মধ্যকালীন স্তর বলিয়া গণ্য করা হয়—ঊর্ধ্ব সিলুরিয়ান হইতে ডেভোনিয়ান।

4·4 কাশ্মীরের নিম্ন পুরাজীবীয় স্তর (lower Palaeozoics of Kashmir)

(ক) **ভূমিকা**—হিমালয় অঞ্চলের বৈশিষ্ট্য হইল যে নাইস-সিষ্ট-গ্র্যানিট শিলায় গঠিত কেন্দ্রীয় অক্ষ-বলয়ের উত্তরেই সাধারণত জীবাশ্ম-বাহী পুরাজীবীয় ও মধ্যজীবীয় স্তরগুলি সীমিত। কিন্তু কোথাও কোথাও ব্যতিক্রম দেখা যায় অর্থাৎ অক্ষের দক্ষিণে জীবাশ্ম-বাহী স্তর পাওয়া যায়। যেমন, পশ্চিম হিমালয়ের কুলু নামক স্থানের নিকট হিমালয়ের অক্ষটি দুইটি শাখায় বিভক্ত হইয়াছে; উত্তর শাখাটি জন্স্কর পর্বত নামে লাডাক ও কাশ্মীরের মধ্যে বিস্তৃত এবং দক্ষিণ শাখাটি ধৌলাধর-পীরপঞ্জল পর্বত নামে কাশ্মীরের মধ্যে বিস্তৃত। এই দুই শাখার মধ্যস্থিত একটি উপবৃত্তাকার উপত্যকা অঞ্চলে পুরাজীবীয় (নিম্ন এবং ঊর্ধ্ব দুইই) কালের স্তরক্রম উদ্ভিন্ন হইয়াছে। এই উপত্যকাটি প্রায় ৮৫ মাইল দীর্ঘ এবং ইহার সর্বোচ্চ বিস্তার প্রায় ২৫ মাইল। ইহার অধিকাংশ স্থানই মৃত্তিকাবৃত, নিম্ন পুরাজীবীয় উদ্ভেদগুলি বিশেষ বিশেষ অংশে বিচ্ছিন্ন ভাবে রহিয়াছে। অনুমান করা হয় যে এই কাশ্মীর উপত্যকার পুরাজীবীয় বলয় স্পিটির পুরাজীবীয় বলয়ের সহিত জন্স্কর পর্বতের উত্তর ও উত্তর-পূর্ব দিক দিয়া সংযুক্ত এবং প্রকৃতপক্ষে উহারা একই মহীখাতীয় বলয় টেথিসের অন্তর্ভুক্ত।

(খ) কাশ্মীর উপত্যকার নিম্ন পুরাজীবীয় স্তরক্রম ঃ

শুভ্র কোয়ার্টজাইট গোষ্ঠী (মুথ্ কোঃ)……ডেভোনিয়ান এবং ? ঊর্ধ্ব সিলুরিয়ান

— ? —

নিম্ন পুরাজীবীয় স্তর
- সিলুরিয়ান গোষ্ঠী
- অর্ডোভিসিয়ান গোষ্ঠী
- কেম্ব্রিয়ান গোষ্ঠী
  - ঊর্ধ্ব শ্রেণী……মধ্যকেম্ব্রিয়ান ও ? নবকেম্ব্রিয়ান
  - নিম্ন শ্রেণী……পুরাকেম্ব্রিয়ান

— সংগতি —

ডোগরা স্লেট—অ্যাটক স্লেট স্তর……নব প্রাক্‌কেম্ব্রিয়ান

(গ) নিম্ন পুরাজীবীয় স্তরক্রমের বর্ণনা ঃ

কেম্ব্রিয়ান গোষ্ঠী—কাশ্মীর উপত্যকার পূর্বাংশে লিডার উপত্যকা, সিন্ধু উপত্যকা, ভিহি জেলা ইত্যাদি স্থানে কেম্ব্রিয়ান গোষ্ঠীর অসংলগ্ন উদ্‌ভেদ দেখিতে পাওয়া যায়। তবে কাশ্মীরের সবচেয়ে বিখ্যাত কেম্ব্রিয়ান উদ্‌ভেদ হইল উপত্যকার উত্তর-পশ্চিম অংশে বরামুলা জেলার অন্তর্গত হুণ্ডোয়ার তহ্‌শীলের পার্বত্য অঞ্চল। এখানে পুরাজীবীয় স্তরটি হিমালয়ের অক্ষের (জন্‌সৃকর) দক্ষিণে পাওয়া যায়। নব প্রাক্‌কেম্ব্রিয়ান যুগের বিখ্যাত ডোগরা স্লেট স্তরের শীর্ষে কেম্ব্রিয়ান স্তর বিন্যস্ত। নব প্রাক্‌কেম্ব্রিয়ান ও কেম্ব্রিয়ান এই দুই স্তরের মধ্যে এখানে কোন অসংগতি পরিলক্ষিত হয় না। অনেক সময় দেখা যায় যে ডোগরা স্লেটের ঊর্ধ্বাংশ পার্শ্বিক মাত্রায় রূপ পরিবর্তন করিয়া কেম্ব্রিয়ান গোষ্ঠীর মধ্যে প্রবিষ্ট হইয়াছে। কেম্ব্রিয়ান গোষ্ঠীর মধ্যে দুইটি অংশ। নিম্নাংশটি ৩০০০ ফুট গভীর, ঈষৎ রূপান্তরিত, জীবাশ্ম-বিরল স্তর, প্রধানত কর্করীয় শিলা যেমন, বেলেপাথর, গ্রেওয়াক, ক্লে এবং অল্প কয়েকটি কার্বনেট স্তরে গঠিত। ঊর্ধ্বাংশটি প্রায় সমান গভীর, অপেক্ষাকৃত জীবাশ্মবহুল এবং ক্লে, বেলে-স্লেট, চুনাপাথর ইত্যাদি শিলায় গঠিত। সাধারণত কাশ্মীরের সর্বত্রই কেম্ব্রিয়ান গোষ্ঠীর ঊর্ধ্ব প্রান্তে সংগতভাবে অর্ডোভিসিয়ান-সিলুরিয়ান যুগের স্তর অবস্থিত। এবং প্রায় কাশ্মীরের সর্বত্রই কেম্ব্রিয়ান গোষ্ঠীর নিম্নপ্রান্তে সংগতভাবে ডোগরা স্লেট (বা অ্যাটক স্লেট বা হাজারা স্লেট) স্তর অবস্থিত। কাশ্মীরের কেম্ব্রিয়ান গোষ্ঠী ভাঁজ এবং চ্যুতির দ্বারা বিশেষরূপে প্রভাবিত। সাধারণত ইহার আয়ামের অভিমুখ হইল উঃ পঃ—দঃ পূঃ। কেম্ব্রিয়ান গোষ্ঠীর নিম্ন স্তরে কিছু কিছু জৈবিক চিহ্ন, অ্যানিলিডের ছাপ ইত্যাদি পাওয়া যায়। তবে ঊর্ধ্ব স্তরে, বিশেষত হুণ্ডোয়ার এলাকায়, অনেক কেম্ব্রিয়ান জীবাশ্ম পাওয়া গিয়াছে ঃ

ট্রাইলোবাইট—**টংকিনেলা কাশ্মীরিকা** (*Tonkinella kashmirica*), **ডলিকোমেটোপাস** (*Dolichometopus*), **অ্যানোমোকেয়ার হুণ্ডোয়ারেনসিস** (*Anomocare hundwarensis*) ও অন্যান্য জাতি, **চুয়াংগিয়া** (*Chuangia*), **সোলেনোপ্লুরা** (*Solenopleura*), **সাউকিয়া** (*Saukia*), **প্রোসাউকিয়া** (*Prosaukia*), **হুণ্ডোয়ারেলা** (*Hundwarella*), **অ্যানোমোক্যারেলা** (*Anomocarella*), **টাইকোপেরিয়া** (*Ptychoparia*), **অ্যাগ্‌নস্‌টাস** (*Agnostus*), **কনকোরাইফি** (*Conchoryphe*), **মাইক্রোডিসকাস** (*Microdiscus*) ইত্যাদি।

ব্র্যাকিওপোড—**অবোলাস কাশ্মীরিকাস** (*Obolus kashmiricus*), **লিংগুলেলা** (*Lingulella*), **লিংগুলেপসিস** (*Lingulepsis*), **বোট্‌স্‌ফোর্ডিয়া** (*Botsfordia*), **অ্যাক্রোথিল** (*Acrothele*), **ডাইসেলোমাস** (*Dicellomus*)।

শামুক—**লাপওয়ার্থেলা** (*Lapworthella*), **হায়োলাইথিস** (*Hyolithes*)।

সিস্টিড—**ইয়োসিষ্টাইটিস** (*Eocystites*)।

স্পঞ্জ—**হেজেলিয়া** (*Hazelia*)।

উল্লিখিত প্রাণিকুলের কয়েকটি বৈশিষ্ট্য লক্ষণীয়—(১) **টংকিনেলা** নামক ট্রাইলোবাইটটি কাশ্মীর উপত্যকার বাহিরে কেবল পূর্ব এসিয়ার টংকিন নামক স্থানে পাওয়া যায়, কেম্ব্রিয়ান স্তর হইতে। (২) এই প্রাণিকুলের মধ্যে প্রধান উপাদান হইল ট্রাইলোবাইট, ১৬টি ট্রাইলোবাইট গণ (ইহারা ৩১টি জাতিতে বিভক্ত) পাওয়া গিয়াছে ; প্রায় সমস্ত জাতিগুলি এবং অধিকাংশ গণগুলি কাশ্মীর উপত্যকাতেই সীমাবদ্ধ। অর্থাৎ প্রাণিকুল বিশেষরূপে স্থানীয় (local) বা আঞ্চলিক (provincial) প্রকৃতির। (৩) পূর্ব এসিয়ার টংকিন এবং ইন্দোচীন অঞ্চলের কেম্ব্রিয়ান প্রাণিকুলের সহিত এই প্রাণিকুলের যতখানি ঘনিষ্ঠ সম্পর্ক লক্ষ্য করা যায় ততটা অন্য কোন দেশের সহিত নহে। ইহার সমর্থনে উল্লেখ করা যায় **টংকিনেলা** (*Tonkinella*) ও **চুয়াংগিয়া** (*Chuangia*) এই দুইটি টংকিন দেশীয় জীবাশ্মের উপস্থিতি এবং **কনোকোরাইফি** (*Conocoryphae*) ও **অ্যানোমোকেয়ার** (*Anomocare*) এই দুইটি গণের অন্তর্ভুক্ত ইন্দোচৈনিক জাতি-কয়টির উপস্থিতি। (৪) রেডলিকিয়া নামক ট্রাইলোবাইট জীবাশ্মের অনুপস্থিতি কিঞ্চিৎ আশ্চর্যজনক। (৫) নিকটবর্তী লবণ পর্বতের কেম্ব্রিয়ান প্রাণিকুলের সহিত ইহার অনেক পার্থক্য। সেখানে ব্র্যাকিওপোডই প্রধান,

এখানে ট্রাইলোবাইট। সেখানে **রেডলিকিয়া** (*Redlichia*) সবচেয়ে গুরুত্বপূর্ণ জীবাশ্ম, এখানে তাহা অনুপস্থিত। সেখানকার **লিংগুলেলা ওয়ান্নিয়েকি** (*Lingulella wanniecki*) এবং এখানকার **অবোলাস কাশ্মীরিকাস** (*Obolus kashmiricus*) তুলনীয়; কিন্তু উহাদের যথার্থ পরিচয় সন্দেহজনক, কারণ উহারা সুসংরক্ষিত নহে। (৬) স্পিটির কেম্ব্রিয়ান অঞ্চলও কাশ্মীরের খুব নিকটবর্তী; কিন্তু দুই জায়গার প্রাণিকুলের গঠনকারী জাতিসমষ্টি প্রায় সম্পূর্ণ ভিন্ন। কেবল স্পিটি হইতে প্রাপ্ত দু-একটি **টাইকোপেরিয়া**র (*Ptychoparia*) জাতি এবং একটি **হায়োলাইথিসে**র (*Hyolithes*) জাতি কাশ্মীরেও সম্ভবত বর্তমান। (৭) যেহেতু কাশ্মীরের কেম্ব্রিয়ান জাতিগুলি সাধারণত অন্যত্র পাওয়া যায় না অতএব সরাসরি তুলনার দ্বারা কাশ্মীরের এই স্তরের বয়স নির্ধারণ সম্ভব নহে। সুতরাং পূর্ব এসিয়ার এবং ইরানের কেম্ব্রিয়ান প্রাণিকুলের সহিত এখানকার প্রাণিকুলের স্থূল সাদৃশ্য বিবেচনা করিয়াই এই বয়স নির্ধারণ করা হইয়াছে। এই বিচারে কাশ্মীরের কেম্ব্রিয়ান গোষ্ঠীর জীবাশ্ম-বাহী ঊর্ধ্বস্তরটি মধ্য কেম্ব্রিয়ান উপযুগের; ইহার বয়স নব কেম্ব্রিয়ান পর্যন্তও বিস্তৃত হইতে পারে। নিম্নস্তরটির মধ্যে কোন সার্থক জীবাশ্ম নাই, ইহা পুরা-কেম্ব্রিয়ান উপযুগের হইতে পারে।

(২) **অর্ডোভিসিয়ান এবং সিলুরিয়ান গোষ্ঠী**—কাশ্মীর উপত্যকায় অর্ডোভিসিয়ান গোষ্ঠী সাধারণত সংগতভাবে কেম্ব্রিয়ান গোষ্ঠীর উপর অধিশয়িত। পূর্বেই বলা হইয়াছে যে জীবাশ্মময় অর্ডোভিসিয়ান স্তর প্রায় সমগ্র হিমালয়ে বিস্তৃত। কিন্তু উল্লেখ করা প্রয়োজন যে লবণ পর্বতে বা হিমালয়ের একেবারে পশ্চিমে অর্থাৎ কাশ্মীর উপত্যকার পশ্চিমাংশে হণ্ডোয়ার ইত্যাদি বিখ্যাত কেম্ব্রিয়ান অঞ্চলে অর্ডোভিসিয়ান স্তর দেখিতে পাওয়া যায় না। ইহা হইতে অনুমান করা হয় যে উক্ত অঞ্চলগুলি হইতে অর্ডোভিসিয়ান যুগের সুরুতেই কেম্ব্রিয়ান সাগর অপসৃত হইয়াছিল। হিমালয়ের সর্বপশ্চিম অর্ডোভিসিয়ান অঞ্চল হইল মধ্য কাশ্মীরের মারাহাউম অধোভঙ্গ। এই স্থানে এবং পার্শ্ববর্তী সামস আবারি অধোভঙ্গে (ত্রেঘাম নামক স্থানে) অর্ডোভিসিয়ান গোষ্ঠী বেলে স্লেট, গ্রেওয়াক এবং চুনাপাথরে গঠিত। ইহার মধ্যে মন্দভাবে সংরক্ষিত (ill-preserved) কতকগুলি অর্থিড ও স্ট্রফোমেনিড ব্র্যাকিওপোড জীবাশ্ম ও প্রোপেরিয়ান ট্রাইলোবাইট জীবাশ্ম পাওয়া গিয়াছে। তাহাদের সাধারণ প্রকৃতি অর্ডোভিসিয়ান প্রাণিকুলের সহিত সামঞ্জস্যপূর্ণ। পূর্ব কাশ্মীরে লিডার নদীর উপত্যকায় একটি ঊর্ধ্বভঙ্গে এবং সিন্ধু নদীর উপত্যকায় বাসমাই ঊর্ধ্বভঙ্গে অর্ডোভিসিয়ান গোষ্ঠীর সম্ভাব্য উদ্‌ভেদ রহিয়াছে। জীবাশ্মময় সিলুরিয়ান গোষ্ঠীর অধঃস্থিত বলিয়া লিডারে

অর্ডোভিসিয়ানের উপস্থিতি অনুমান করা হয়। মারাহাউম হইতে প্রাপ্ত কয়েকটি অর্ডোভিসিয়ান জীবাশ্মের নাম **অর্থিস মারাহাউমেন্সিস** (*Orthis marahaumensis*), **অঃ ক্যালিগ্রামা** (*O. calligrama*), **লেপ্টিলয়ডিয়া** (*Leptilloidea*) ও ক্রাইনয়েডের ভগ্নাংশ।

কাশ্মীরে সিলুরিয়ান গোষ্ঠীর সবচেয়ে উত্তম উদ্‌ভেদ দেখা যায় পূর্ব কাশ্মীরের লিডার নদীর উপত্যকায়। ইহা একটি অনধিক ১০০ ফুটের পাতলা স্তর কিন্তু জীবাশ্ম-প্রকৃতির জন্য ইহা বিখ্যাত। লিডার নদীর উপত্যকায় অবস্থিত একটি উঃ পঃ—দঃ পূঃ অক্ষবিশিষ্ট ঊর্ধ্বভঙ্গের উভয় বাহুতেই এই পাতলা সিলুরিয়ান স্তরটির উদ্‌ভেদ প্রত্যক্ষ করা যায়। উত্তর-পূর্ব বাহুতে উদ্‌ভেদটি একটানা আইশমাকুম হইতে লুথেরওয়ান (ওয়ার্ধান উপত্যকা) পর্যন্ত বিস্তৃত। দক্ষিণ-পশ্চিম বাহুর উদ্‌ভেদটি অনেকটা বিচ্ছিন্ন ধরণের। এই স্তরটির শিলালক্ষণ অধঃস্থিত অর্ডোভিসিয়ান এবং কেম্ব্রিয়ান গোষ্ঠীর সদৃশ—প্রধানত মৃৎপ্রধান বেলেপাথর, বালিপ্রধান সেল এবং অশুদ্ধ চুনাপাথর। কিন্তু ইহার মধ্যে একটি সার্থক প্রাণিকুল পাওয়া গিয়াছে যাহার সিলুরিয়ান বয়ঃকাল অভ্রান্ত বলিয়া মনে হয়। সামৃস আবারি অধোভঙ্গেও সম্ভাব্য সিলুরিয়ান স্তর আছে এবং তাহার গভীরতাও অনেক বেশী কিন্তু তাহা জীবাশ্ম দ্বারা এরূপ সুস্পষ্টভাবে চিহ্নিত নহে, বরং জীবাশ্ম-বিরল। লিডার উপত্যকার সিলুরিয়ান প্রাণিকুলের তালিকা—

ট্রাইলোবাইট—**ক্যালিমিন ব্লুমেন্‌ব্যাকি** (*Calymene blumenbachi*), **অ্যাসিডাসপিস কাশ্মীরিকা** (*Acidaspis kashmirica*), **ইল্লিনাস** (*Illænus*), **এনক্রাইনুরাস** (*Encrinurus*), **প্রিমিটিয়া** (*Primitia*), **বাইরিকিয়া** (*Beyrichia*) ইত্যাদি।

প্রবাল—**লিণ্ড্‌স্‌ট্রিমিয়া** (*Lindstræmia*), **অ্যালভিওলাইটিস** (*Alveolites*)।

ব্র্যাকিওপোড—**অর্থিস** (*Orthis*), **ডালমানেলা** (*Dalmanella*), **লেপ্টিনা** (*Leptæna*), **ট্রাইপ্লেসিয়ে** (*Triplecia*), **লেপ্টিলয়ডিয়া** (*Leptelloidea*), **প্লেকটাম্‌বোনাইটিস** (*Plectambonites*), **স্ট্রফোনেলা** (*Strophonella*), **স্ট্রফোমেনা** (*Strophomena*), **স্ট্রোফিওডণ্টা** (*Stropheodonta*), **ক্যামেরোটিকিয়া** (*Camerotæchia*), **উইলসনিয়া** (*Wilsonia*), **রিংকোস্পাইরা** (*Rhynchospira*), **অ্যাট্রাইপা** (*Atrypa*), **মেরিস্টেলা** (*Merystella*), **কংকিডিয়াম** (*Conchidium*)।

সেফালোপোড—**অর্থোসিরাস** (*Orthoceras*)।

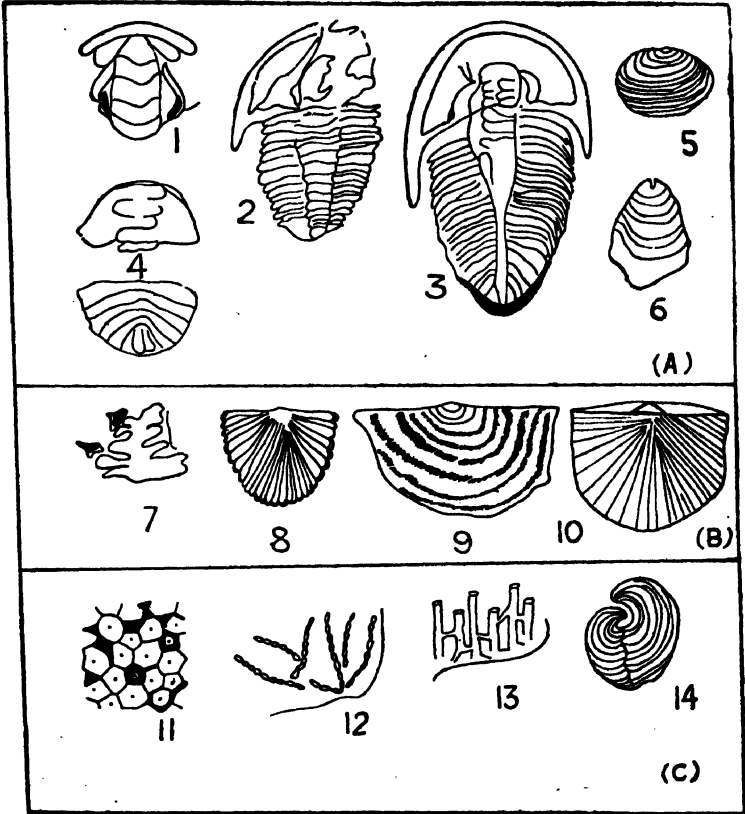
4·5 ভারতীয় অঞ্চলে নিম্ন পুরাজীবীয় কালের ভূতত্ত্বীয় ইতিহাস (geological history of the Indian region in lower Palaeozoic) :

ভারতের কয়েকটি অঞ্চলের নিম্ন পুরাজীবীয় স্তরক্রমের যে বর্ণনা উপরে দেওয়া হইয়াছে তাহা বিশ্লেষণ করিলে এবং অন্যান্য অঞ্চলে এই স্তরীয় পর্যায়ে যে বিরতি রহিয়াছে তাহা বিবেচনা করিলে, ভারতীয় অঞ্চলের পুরাভৌগোলিক চিত্র নিম্ন পুরাজীবীয় কালে কিরূপ ছিল এবং এখানকার এই সময়ের প্রধান প্রধান ভূতত্ত্বীয় ঘটনাগুলি কি তাহা পুনর্গঠন করা মোটামুটিভাবে সম্ভব হয়। এ বিষয়ে যথেষ্ট মতভেদ থাকিলেও ভূবিদগণের প্রধান ধারণাগুলি নিম্নে লিখিত হইল।

প্রথমে কেম্ব্রিয়ান যুগের কথা ধরা যাউক। লবণ পর্বত, কাশ্মীর হিমালয় এবং স্পিটি হিমালয় প্রধানত এই তিনটি অঞ্চল হইতে কেম্ব্রিয়ান জীবাশ্ম সংগৃহীত হইয়াছে। হিমালয়ের আরও বহু স্থানেই অবশ্য কেম্ব্রিয়ান স্তর আছে বলিয়া বিশ্বাস। অনুমান করা হয় কেম্ব্রিয়ান যুগে ভারতীয় উপদ্বীপ দক্ষিণ গোলার্ধে একটি বৃহৎ মহাদেশীয় ভূখণ্ডের অবিচ্ছিন্ন অংশরূপে বিরাজ করিতেছিল, যাহার মধ্যে সম্ভবত অবরুদ্ধ ছিল এক বা একাধিক অগভীর বিন্ধ্য সাগর। এই ভারতীয় স্থলভাগের (Indian shield) উত্তরদিকে ছিল এক বিস্তীর্ণ মহাসমুদ্র (? টেথিস মহাসাগর)। কেম্ব্রিয়ান যুগে সম্ভবত দুইটি পরস্পর-বিচ্ছিন্ন অঞ্চলে নিম্নোক্তরূপে সামুদ্রিক অবক্ষেপণ চলিয়াছিল। একটি হইল টেথিস (বা টেথিস-হিমালয়) অঞ্চল ; এখানে স্পিটি-কাশ্মীর অববাহিকায় সলখলা ইত্যাদি ভূমিস্তরের উপর জীবাশ্মযুক্ত স্তর অবক্ষিপ্ত হয় ; কেহ কেহ মনে করেন এই অবক্ষেপের উৎস তিব্বতের মালভূমি অঞ্চল। অপরটি হইল ভারত ভূখণ্ডের উত্তর উপকূলবর্তী অঞ্চল (যাহা বর্তমানে লবণ পর্বত ও নিম্ন হিমালয়) ; এখানে অজ্ঞাত ভূমিস্তরের (? আরাবল্লী গোষ্ঠী) উপর কোথাও জীবাশ্মযুক্ত (লবণ পর্বত), কোথাও অজৈবিক (নিম্ন হিমালয়) স্তর অবক্ষিপ্ত হয়।

লক্ষ্য করিলে দেখা যায় যে, লবণ পর্বত, স্পিটি বা কাশ্মীর কোথাও পুরাকেম্ব্রিয়ান উপযুগের জীবাশ্ম নাই, যদিও এইসকল স্থানে পুরাকেম্ব্রিয়ান উপযুগের শিলাস্তর (লবণ পর্বত ব্যতীত) বর্তমান। এই বিষয়টির ব্যাখ্যা দেওয়া কঠিন, তবে অনেকের ধারণা রেডলিকিয়া-প্রাণিকুল নিম্ন-কেম্ব্রিয়ানের নির্দেশক ; কিন্তু অন্যান্য জীবাশ্মের দ্বারা এই সিদ্ধান্ত সমর্থিত হয় নাই। যাহা হউক, বলা চলে যে, ভারতের প্রাচীনতম জীবাশ্মবাহী স্তর হইল মধ্য কেম্ব্রিয়ান শ্রেণী এবং সম্ভবত কিছু নব কেম্ব্রিয়ান স্তরও বর্তমান (চুয়াঙ্গিয়া এবং ? অলিনাসের ভিত্তিতে)। মধ্য কেম্ব্রিয়ানে দেখা যায় যে, উপরোক্ত তিনটি স্থানের প্রাণিকুলের মধ্যে উপাদান (composition) ও

প্রকৃতির (character) অনেক বৈষম্য আছে। লবণ পর্বতে ব্র্যাকিওপোড প্রধান উপাদান, কিন্তু স্পিটিতে ও কাশ্মীরে প্রধান উপাদান হইল ট্রাইলোবাইট। প্রত্যেকটি জায়গার প্রাণিকুলের প্রকৃতি খুবই আঞ্চলিক বৈশিষ্ট্যপূর্ণ। জীবাশ্মগণগুলির মধ্যে অল্পসংখ্যকই সাধারণ এবং জাতিগুলি প্রায় সবই পৃথক্ (কিছু ছাড়া)। **রেডলিকিয়া** সবচেয়ে সার্থক ট্রাইলোবাইট, লবণ পর্বত ও স্পিটিতে বর্তমান কিন্তু কাশ্মীরে অনুপস্থিত। **টাইকোপেরিয়া** সবচেয়ে সাধারণ ট্রাইলোবাইট, তিন জায়গাতেই পাওয়া যায় কিন্তু উহার জাতিগুলি ভিন্ন (কেবল **টাইকোপেরিয়া মেমর** স্পিটি ও কাশ্মীরে সাধারণ)। **অ্যাগ্‌নস্টাস** এবং **মাইক্রোডিস্‌কাস,** হিমালয়ের সবচেয়ে বিশ্বব্যাপী (cosmopolitan) ট্রাইলোবাইট লবণ পর্বতে নাই, স্পিটি ও কাশ্মীরে আছে, কিন্তু উহাদের জাতিগুলি ভিন্ন। অন্যান্য ট্রাইলোবাইটদের কালপরিসর আরও সীমিত। ব্র্যাকিওপোডদের বেলাতেও দেখা যায় একই রকমের বৈষম্য। লবণ পর্বতের **নিওবোলাস** কাশ্মীর ও স্পিটিতে অনুপস্থিত। **লিংগুলেলা, বোট্‌স্‌ফোর্ডিয়া, অ্যাক্রোথিল** এই তিনটি সাধারণভাবে তিন জায়গাতেই আছে কিন্তু উহাদের জাতিগুলি পৃথক্। স্পিটি হইতে প্রাপ্ত একটি **অবোলাসের** জাতি এবং লবণ পর্বত হইতে প্রাপ্ত **লিংগুলেলা ফুকসি** প্রায় একই বলিয়া মনে হয়—অতি ক্ষীণ যোগসূত্র। **অবোলাস** ও **লিংগুলেপসিস** কাশ্মীর ও স্পিটিতে আছে (যদিও উহাদের জাতিগুলি পৃথক্) কিন্তু লবণ পর্বতে নাই। কেম্ব্রিয়ানের অবশিষ্ট জীবাশ্ম-গোষ্ঠী বিশেষ উল্লেখযোগ্য নহে। **হায়োলাইথিস** গণটি তিন জায়গাতেই আছে। এখন জীবাশ্ম প্রকৃতির বৈষম্যের ভিত্তিতে কেহ কেহ প্রস্তাব করিয়াছেন যে, লবণ পর্বত, স্পিটি ও কাশ্মীরের কেম্ব্রিয়ান সাগরগুলি বিভাজিকা (barrier) দ্বারা পরস্পর হইতে বিচ্ছিন্ন ছিল। এরূপ বিভাজিকার অস্তিত্ব প্রমাণ করা এবং তাহার প্রকৃতি ও অবস্থান নির্ণয় করা খুবই কঠিন। তবে এই প্রসঙ্গে উল্লেখযোগ্য যে একটি আধুনিক ধারণায় লবণ পর্বত অববাহিকা দক্ষিণ গোলার্ধে অবস্থিত ভারতীয় ভূখণ্ডের উত্তর উপকূলের সংলগ্ন ছিল ; কিন্তু স্পিটি বা কাশ্মীর অববাহিকা সম্ভবত তিব্বত মালভূমির দক্ষিণ উপকূল সংলগ্ন ছিল। এই বিরাট ব্যবধান জৈবিক বৈষম্যের কারণ হইতে পারে। এই তিনটি স্থানের প্রাণিকুলের মধ্যে যে বৈষম্য দেখা যাইতেছে তাহার অন্যান্য বহুবিধ কারণ থাকা সম্ভব। প্রথমত, এই সকল স্তর হইতে প্রাণিকুল কোথাও সম্পূর্ণরূপে সংগ্রহ ও অনুশীলন করা হয় নাই, অধিকাংশ ক্ষেত্রেই উহাদের খণ্ডিতাংশের পরীক্ষা করা হইয়াছে। দ্বিতীয়ত, কেম্ব্রিয়ান যুগে ট্রাইলোবাইটেরা এত দ্রুত বিবর্তিত হইয়াছিল যে, বয়সের ঈষৎ পার্থক্য হইলে নূতন জাতি সৃষ্টি হওয়া সম্ভব ; অর্থাৎ স্তরীয়

অবস্থানের অল্প পার্থক্য হেতু জাতিগত উপাদনের বিরাট বৈষম্য হইতে পারে। তৃতীয়ত, খাদ্য, আলো-হাওয়া, স্রোত, উষ্ণতা ইত্যাদি ভৌত-রাসায়নিক প্রতিবেশের পার্থক্য অনেক সময় সংলগ্ন অঞ্চলের প্রাণিকুলের মধ্যেও বৈষম্য আনয়ন করে। চতুর্থত, হিমালয়ের জীবাশ্মগুলির দেহবিকৃতির কারণে অনেক

চিত্র—2 নিম্ন পুরাজীবীয় কালের কয়েকটি বিশিষ্ট ভারতীয় জীবাশ্ম :
(A) কেম্ব্রিয়ান : (1) রেডলিকিয়া (2) টাইকোপেরিয়া
(3) অ্যানোমোকেয়ার (4) টংকিনেলা
(5) নিওবোলাস (6) লিংগুলেলা
(B) অর্ডোভিসিয়ান : (7) ক্যালিমিন (8) অর্থিস
(9) লেপ্টিনা (10) র‍্যাফিনস্কিনা
(C) সিলুরিয়ান : (11) ফ্যাভোসাইটিস (12) হ্যালিসাইটিস
(13) সিরিংগোপোরা (14) পেন্টামেরাস।

সময়েই উহাদের যথাযথ সনাক্তকরণ ব্যাহত হইয়াছে এবং নূতন নূতন জাতির প্রতিষ্ঠা (erection) বাধ্য হইয়া করিতে হইয়াছে। লবণ পর্বত, স্পিটি ও কাশ্মীরের অববাহিকাগুলির মধ্যে নিম্ন পুরাজীবীয় কালে ভৌগোলিক সম্পর্ক কিরূপ ছিল নিশ্চিতভাবে বলা শক্ত, তবে সম্ভবত উহারা একটি বিরাট মহাসমুদ্রের অন্তর্ভুক্ত ছিল ; এই বিরাট সমুদ্র ভারতীয় উপমহাদেশের উত্তরে অবস্থিত ছিল। জীবাশ্মগত সাদৃশ্যের ভিত্তিতে এই সামুদ্রিক জৈব-ভৌগোলিক প্রদেশকে (zoo-geographical province) পশ্চিমে ইউরোপের ডেড্ সী হইতে ইরাণ, হিমালয়, চীন, পূর্ব এসিয়া এবং অস্ট্রেলিয়ার মধ্য দিয়া আমেরিকা পর্যন্ত বিস্তৃত ছিল বলিয়া অনুমান করা হইয়াছে। ইহার নাম দেওয়া হইয়াছে ইন্দো-প্যাসিফিক বা ভারত-প্রশান্ত মহাসাগরীয় প্রদেশ।

কেম্ব্রিয়ান গোষ্ঠীর শীর্ষে হিমালয়ের পার্বত্য অঞ্চলে সর্বত্রই অসংগতি লক্ষ্য করা যায়। লবণ পর্বত ও পশ্চিম কাশ্মীরে এই অসংগতির মান তীব্র, পূর্ব কাশ্মীরে এবং হিমালয়ে ইহার মান ক্ষুদ্র। প্রথমোক্ত স্থানদ্বয়ে অর্ডো-ভিসিয়ান বা সিলুরিয়ান যুগের কোন অবক্ষেপ নাই, দ্বিতীয়োক্ত স্থান দুইটিতে অর্ডোভিসিয়ান-সিলুরিয়ান অবক্ষেপ বর্তমান থাকিলেও পুরা-অর্ডোভিসিয়ান কালের জীবাশ্ম অনুপস্থিত। অনুমান করা হয় যে কেম্ব্রিয়ান যুগের অন্তে সমগ্র হিমালয় এলাকাতেই সামুদ্রিক সংকোচন হইয়াছিল। তবে স্পিটি ও পূর্ব কাশ্মীরে অর্ডোভিসিয়ান যুগ সুরু হওয়ার পরই সামুদ্রিক উচ্ছ্বাস হয় এবং অবক্ষেপণ পুনরায় চলিতে থাকে। কিন্তু লবণ পর্বত ও পশ্চিম কাশ্মীরে নিম্ন পুরাজীবীয় কালের শেষ পর্যন্ত স্থলীয় প্রতিবেশ বিরাজমান ছিল, সেখানে আর সমুদ্র এই সময়ের মধ্যে ফিরিয়া আসে নাই। অর্ডোভিসিয়ান যুগের যে জীবাশ্ম-সংগ্রহ পাওয়া গিয়াছে তাহার স্বল্পতার জন্য এই যুগের ভৌগোলিক পুনর্গঠন কঠিন ব্যাপার। যাহা হউক স্পিটি ও কালি উপত্যকার (সিয়ালা গিরিপথ) অর্ডোভিসিয়ান স্তরের শৈল-প্রকৃতি ও বিরাট গভীরতা হইতে বলা যায় যে টেথিস (বা টেথিস-হিমালয়) অঞ্চলে সম্ভবত মহীখাতীয় (geosynclinal) অববাহিকায় অবক্ষেপণ চলিয়াছিল। নেপালেও অর্ডোভিসিয়ান জীবাশ্ম পাওয়া গিয়াছে, কিন্তু অর্ডোভিসিয়ান সমুদ্র ইহার আরও পূর্বে বিস্তৃত ছিল কিনা তাহা নিশ্চিতরূপে প্রমাণিত হয় নাই। ভারতের পূর্বে অবস্থিত বর্মীয় অর্ডোভিসিয়ান অববাহিকার সহিত ইহার সংযোগ ছিল কিনা একমাত্র মধ্যবর্তী অঞ্চলের পুনঃ-পরীক্ষাই তাহা বলিতে পারিবে। এই প্রসঙ্গে উল্লেখযোগ্য যে নেপালে ও কাশ্মীরে সম্প্রতি গ্র্যাপটোলাইট জীবাশ্ম পাওয়া গিয়াছে।

অর্ডোভিসিয়ান যুগান্তে পূর্ব এসিয়ার সর্বত্র সামুদ্রিক সংকোচন হইয়াছিল বলিয়া বলা হয়। কিন্তু হিমালয়ের স্তরক্রমে অর্ডোভিসিয়ান এবং সিলুরিয়ানের

মধ্যে কোন বিরতি নাই, অতএব এই অঞ্চলের পক্ষে উক্ত সিদ্ধান্ত সমর্থনযোগ্য নহে। টৌথিস হিমালয়ের সিলুরিয়ান অনুক্রমে দেখা যায় যে নিম্ন বিভাগটি, জীবাশ্ম-বাহী কিন্তু ঊর্ধ্ব বিভাগটি (মুথ্ কোয়ার্টজাইট) জীবাশ্মহীন। কুমায়ুনের নিকট কালি উপত্যকায় ভেরিগেটেড শ্রেণীকে গভীর সমুদ্রের সিলুরিয়ান অবক্ষেপ বলিয়া বর্ণনা করা হইয়াছে। নিম্ন সিলুরিয়ান হইতে ঊর্ধ্ব সিলুরিয়ানের মধ্যে একটি বিরাট ভূতত্ত্বীয় পরিবর্তন লক্ষণীয়—ইহা হইল মুথ্ কোয়ার্টজাইটের অবক্ষেপণ। মুথ্ কোয়ার্টজাইট কোন গভীর সমুদ্রের অবক্ষেপ নহে। ইহা একটি উপকূলবর্তী কর্করীয় অবক্ষেপ। সম্প্রতি প্রস্তাব করা হইয়াছে (পি, কে, দাশগুপ্ত, ১৯৭১) যে মুথ্ কোয়ার্টজাইটের ঊর্ধ্বাংশে মরুবায়ুবাহিত অবক্ষেপের গাঠনিক বৈশিষ্ট্য লক্ষ্য করা যায়। যাহা হউক, ঊর্ধ্ব সিলুরিয়ান উপযুগে সামুদ্রিক স্তরের সম্পূর্ণ অনুপস্থিতি বিশেষ ভূতত্ত্বীয় ঘটনাসমাবেশ নির্দেশ করে।

গ্রন্থপঞ্জী

২য় অধ্যায়ের শেষে উল্লিখিত ১নং, ২নং ও ৪নং গ্রন্থ (২য় খণ্ড) এবং ৩য় অধ্যায়ের শেষে উল্লিখিত ৩নং গ্রন্থ এবং নিম্নলিখিত গ্রন্থ দ্রষ্টব্য :

(১) রীড্ এফ, আর, সি, (১৯১০)—রেকর্ডস্ অফ দি জিওলজিকাল সার্ভে অব্ ইণ্ডিয়া, ৪০নং গ্রন্থ, প্রথম খণ্ড।

পঞ্চম অধ্যায়

ভারতের ঊর্ধ্ব পুরাজীবীয় স্তর

(upper Palaeozoics of India)

5·1 ভূমিকা (introduction)

স্তরবিদ্যার জন্মভূমি ইউরোপ। তাই, ইউরোপীয় স্তরবিভাগ এবং কাল-বিভাগ রীতি প্রায় আন্তর্জাতিক স্বীকৃতি লাভ করিয়াছে। কিন্তু, ইউরোপের ভূতত্ত্বীয় ইতিহাস অন্য সকল দেশের সহিত সকল পর্যায়ে ঠিক তুলনীয় নহে। অনেক সময় সেইজন্য ভারতীয় স্তরক্রমকে ঠিক ইউরোপীয় বিভাগের কাঠামোতে উপবিভক্ত করিতে চেষ্টা করিলে তাহা সার্থক হয় না। পুরাজীবীয় অধিযুগের মাঝামাঝি ইউরোপে ক্যালিডোনিয়ান গিরিজনির প্রভাবে যথেষ্ট ভূতত্ত্বীয় পরিবর্তন হয়। নিম্ন পুরাজীবীয় এবং ঊর্ধ্ব পুরাজীবীয় এই দুই স্তরের মধ্যে ইউরোপীয় বিভাগ রেখা হইল ক্যালিডোনিয়ান গিরিজনি। ঊর্ধ্ব পুরাজীবীয় কাল সুরু হয় ওল্ড্ রেড স্যাণ্ড্স্টোন এই মহাদেশীয় অবক্ষেপের সহিত। অবশ্য ইহার সমসাময়িক সামুদ্রিক অবক্ষেপও যুক্তরাজ্যের ডেভনশায়ার জেলায় এবং বেলজিয়াম-ফ্রান্স-পশ্চিম জার্মানীতে পাওয়া যায়। ঊর্ধ্ব পুরাজীবীয়ের মধ্যে তিনটি যুগ—ডেভনিয়ান, কার্বনিফেরাস এবং পার্মিয়ান। ডেভনশায়ারে এই যুগের সামুদ্রিক অবক্ষেপ আবিষ্কৃত হয় বলিয়া ডেভনিয়ান গোষ্ঠীকে ঐ নাম দেওয়া হইয়াছে (ইহার মধ্যে নিম্ন, মধ্য ও ঊর্ধ্ব বিভাগ আছে)। কয়লা-স্তরের আধিক্য হইতে পরবর্তী স্তরগোষ্ঠীর নাম হইয়াছে কার্বনিফেরাস (ইং carbon > অঙ্গার); ইহার দুইটি উপবিভাগ—নিম্ন (মিসিসিপিয়ান) এবং ঊর্ধ্ব (পেন্সিলভ্যানিয়ান), আমেরিকান রীতিতে। ইউরোপে ইহার চারিটি উপবিভাগ—ডাইনানশিয়ান, নামুরিয়ান, ওয়েস্টফালিয়ান, ষ্টিফালিয়ান। পার্মিয়ান গোষ্ঠীর নাম হয় রাশিয়ার অন্তর্গত পার্ম প্রদেশের নামে। ১৮৪১ খ্রীঃ মার্চিসন এই গোষ্ঠীর উদ্বোধন করেন; ইহার তিনটি উপবিভাগ—নিম্ন (অটুনিয়ান অথবা সাকমারিয়ান-আর্টিংস্কিয়ান), মধ্য (স্যাক্সোনিয়ান বা কুংগুরিয়ান) ও ঊর্ধ্ব (থুরিংগিয়ান বা কাজানিয়ান)। ভারতবর্ষে ঠিক সিলুরিয়ান ও ডেভনিয়ানের মধ্যবর্তী ব্যবধানে কোন বিশেষরূপে উল্লেখযোগ্য গিরিজনিপ্রভাব দেখিতে পাওয়া যায় না। তবে কার্বনিফেরাস এবং পার্মিয়ানের মধ্যে একটি গুরুতর অসংগতি ভারতের সর্বত্র লক্ষ্য করা যায়। পূর্বে ইহাকে ঊর্ধ্ব কার্বনিফেরাস অসংগতি বলা হইত, কিন্তু আধুনিক তথ্যের

দ্বারা প্রমাণিত হইয়াছে যে এই অসংগতি কার্বনিফেরাসকে পার্মিয়ান হইতে পৃথক্ করে (পামেলা রবিনসন, ১৯৬৭)। যাহা হউক, এই অসংগতির ভিত্তিতেই টমাস হল্যাণ্ড (১৯০৪) ভারতীয় স্তর-বিভাগে দ্রাবিড় দলকে আর্য দল হইতে পৃথক্ করিয়াছিলেন। এইখানে ইউরোপীয় ভূতত্ত্বীয় ইতিহাসের সহিত ভারতীয় ইতিহাসের কিছু প্রভেদ আছে। হিমালয় অঞ্চলে ডেভোনিয়ান, কার্বনিফেরাস এবং পার্মিয়ান—তিন যুগেরই সামুদ্রিক অবক্ষেপ দেখিতে পাওয়া যায়। উপদ্বীপ ভারতে কেবলমাত্র পার্মিয়ান যুগের অবক্ষেপ আছে, তাহাও সামুদ্রিক নহে, নদীজাত (নিম্ন গণ্ডোয়ানা)। পূর্ববর্তী অধ্যায়ে হিমালয়ের যে তিনটি অঞ্চল হইতে নিম্ন-পুরাজীবীয় স্তরক্রম বর্ণনা করা হইয়াছে, ঊর্ধ্ব পুরাজীবীয় অনুক্রমকেও সেই জায়গাগুলিতেই বর্ণনা করা হইবে।

5·2 লবণ পর্বতের ঊর্ধ্ব পুরাজীবীয় স্তরক্রম
(upper Palaeozoics of the Salt Range)

(ক) **পরিচয়**—লবণ পর্বত (পশ্চিম পাঞ্জাব) অঞ্চলে কেম্ব্রিয়ান গোষ্ঠীর উপর একটি গুরুতর অসংগতি দেখা যায়। এই বিরতির পরবর্তী স্তর হইল পার্মিয়ান গোষ্ঠী অথবা সাহ্‌পুর গোষ্ঠী (জী-এর দেওয়া নাম)। পূর্বে এই গোষ্ঠীর বয়স ঊর্ধ্ব কার্বনিফেরাস হইতে অন্ত-পার্মিয়ান পর্যন্ত ধরা হইত, কিন্তু আধুনিক জীবাশ্ম-ভিত্তিক তথ্যপ্রমাণে ইহা সম্পর্ণরূপে পার্মিয়ান যুগভুক্ত। প্রসঙ্গত বলা যাইতে পারে যে লবণ পর্বতের এই পার্মিয়ান গোষ্ঠী, বিশেষ করিয়া ইহার ঊর্ধ্বাংশে অবস্থিত প্রোডাক্টস চুনাপাথর শ্রেণী (পার্মিয়ান গোষ্ঠীর ২টি বিভাগ—নিলাওয়ান শ্রেণী ও প্রোডাক্টস চুনাপাথর শ্রেণী) একটি বিশ্ববিখ্যাত পার্মিয়ান স্তর। ইহার জীবাশ্মের প্রাচুর্য ও বৈচিত্র্য আকর্ষণীয়। লবণ পর্বতের এই পার্মিয়ান গোষ্ঠী পার্মিয়ানের প্রারম্ভে হিমালয়ে এবং ভারতের অন্যত্র যে সামুদ্রিক উচ্ছ্বাস (transgression) দেখা দিয়াছিল তাহারই দৈহিক রূপায়ণ। ওয়াগেন প্রমুখ প্রাথমিক অনুসন্ধানকারিগণ এই পার্মিয়ান স্তরক্রমকে জীবাশ্মের ভিত্তিতে খুব সূক্ষ্মভাগে অনুসোপান (sub-stage) পর্যায় পর্যন্ত বিভক্ত করিয়াছিলেন। কিন্তু এত সূক্ষ্ম বিভাগ, অন্তত অনুসোপানগুলি, ঠিক জৈবিক তথ্য দ্বারা সমর্থিত নহে। নিম্নোক্ত ছকে জী (Gee) কর্তৃক প্রস্তাবিত বিভাজন দেওয়া হইল।

(খ) লবণ পর্বতের উর্ধ্ব পুরাজীবীয় স্তরক্রম :

(গ) উপরোক্ত স্তরক্রমের বর্ণনা :

(১) নিলাওয়ান শ্রেণী (Nilawan Series)—নিলাওয়ান নামক উপত্যকা-গিরিখাত হইতে ইহার নাম দেওয়া হইয়াছে।

সর্বনিম্ন স্তরটি হইল হিমবাহজাত গণ্ডশিলাস্তর। ইহা কেম্ব্রিয়ান কালের সল্ট সিউডোমর্ফ (লবণ ছদ্মরূপী) সোপানের উপর অসংগতভাবে বিন্যস্ত। এই স্তরটির গভীরতা ২০০ ফুট পর্যন্ত বা কিছু অধিক হইতে পারে। ইহা অসমসত্ত্ব (heterogeneous) শৈল উপাদানে গঠিত। মিহি দানার জমিতে (matrix) আবদ্ধ ছোট বড় নানা আকারের নুড়ি-উপল-গণ্ডশিলার দ্বারা এই শিলাস্তর গঠিত। গণ্ডশিলাগুলির (boulders) আকার কয়েক ইঞ্চি হইতে কয়েক ফুট পর্যন্ত হইতে পারে। তাহাদের উপাদান মালানি লাভা বা রাজস্থান-পাঞ্জাব অঞ্চলের প্রাচীন রূপান্তরিত শিলা ইত্যাদি। ইহাদের গঠনপ্রকৃতির মধ্যে হিমবাহ-সুলভ আঁচড় (striæ) এবং মসৃণ পার্শ্ব (facet) উল্লেখযোগ্য। গঠন ও উপাদান সকল দিক দিয়াই ইহা ভারতীয় উপদ্বীপের তালচির গণ্ডশিলাস্তরের সহিত তুলনীয়। শৈল উপাদান পরীক্ষা করিয়া বলা হইয়াছে যে, রাজস্থান অঞ্চল হইতে হিমবাহ-বাহিত অনেক বড় বড় গণ্ডশিলা এই স্তরে অবক্ষিপ্ত হয়। ইহার ভূতত্ত্বীয় বয়স উপরিস্থ স্তর হইতে প্রাপ্ত জীবাশ্মের দ্বারা নির্ধারিত—ভৌম পার্মিয়ান (পূর্বে ইহা উর্ধ্ব কার্বনিফেরাস গণ্য হইত)। এই গণ্ডশিলাস্তরটি বহু-বিস্তৃত, কেবল ভারতের বিভিন্ন স্থানেই নহে, দক্ষিণ গোলার্ধের প্রায় সকল মহাদেশেই। সেজন্য ইহার বয়স নির্ধারণ করা কঠিন নহে, ইহা একটি প্রমাণ স্তরীয় রেখা (standard stratigraphic datum)।

পরবর্তী স্তরের নাম কনুলেরিয়া সোপান, কারণ ইহা কনুলেরিয়া জীবাশ্মের অঞ্চল (zone) এবং উহা দ্বারা চিহ্নিত। ইহাকে ইউরিডেস্‌মা-কনুলেরিয়া স্তরও বলা যায়। কারণ, ইহার সহিত প্রায় সমসাময়িক (বা ঈষৎ প্রাচীনতর)

স্তর হইতে ইউরিডেসমার জীবাশ্ম পাওয়া গিয়াছে। কনুলেরিয়া সোপান ক্যালসিয় বেলেপাথর এবং কৃষ্ণবর্ণ সেল পাথরে গঠিত প্রায় ১০০ ফুট গভীর একটি স্তর। কাথ্‌ওয়াই নামক স্থানে এই সামুদ্রিক স্তরের মধ্যে নিম্ন গণ্ডোয়ানা জীবাশ্ম পাওয়া গিয়াছে। ইহা বয়স নির্ধারণের ব্যাপারে একটি গুরুত্বপূর্ণ তথ্য। কনুলেরিয়া স্তর এবং আশপাশের (লবণ পর্বত এলাকার মধ্যে) সমসাময়িক স্তর হইতে যে সকল জীবাশ্ম পাওয়া গিয়াছে তাহাদের তালিকা নিম্নে দেওয়া হইল। এই প্রাণিকুলকে অস্ট্রেলিয়া এবং রাশিয়া হইতে প্রাপ্ত সমকালীন প্রাণিকুলের সহিত তুলনা করিয়া ইহার বয়স নিম্ন পার্মিয়ান বলিয়া স্থির করা হইয়াছে।

শামুক—**কনুলেরিয়া লেভিগেটা** (*Conularia laevigata*), **কঃ ওয়ার্থি** (*C. warthi*), **কঃ পাঞ্জাবিকা** (*C. punjabica*), **কঃ স্যালেরিয়া** (*C. salaria*), **প্লুরোটোমারিয়া নুডা** (*Pleurotamaria nuda*), **বিউকেনিয়া** (*Bucania*)।

ঝিনুক—**সিউডোমনোটিস** (*Pseudomonotis*), **স্যাংগুইনোলাইটিস** (*Sanguinolites*), **অ্যাভিকিউলোপেকটেন** (*Aviculopecten*), **কার্ডিওমর্ফা পেংগুইস** (*Cardiomorpha penguis*), **অ্যাস্‌টার্টিলা ওভালিস** (*Astartila ovalis*), **ইউরিডেস্‌মা কর্ডেটাম** (*Eurydesma cordatum*), **ইঃ পাঞ্জাবিকাম্‌** (*E. punjabicum*)।

ব্র্যাকিওপোড—**ডায়ালেস্‌মা দাদানেন্সি** (*Dialasma dadanense*), **স্পিরিফার ভেসপার্টিলিও** (*Spirifer vespartilio*), **মার্টিনিওপসিস** (*Martiniopsis*), **কনিটিস** (*Chonetes*), **ডিসিনিস্কা** (*Discinisca*)।

ব্রায়োজোয়া—**ফেনেস্টেলা** (*Fenestella*)।

পরবর্তী স্তরের নাম স্পেকল্‌ড স্যাণ্ড্‌স্টোন সোপান (Speckled Sandstone Stage), নামটি স্তরের শিলা-বর্ণনা-মূলক। নিলাওয়ান-উপত্যকায় ইহার ভালো উদ্‌ভেদ দেখিতে পাওয়া যায়। ইহা প্রায় ৪০০ হইতে ৫০০ ফুট গভীর হইতে পারে। ইহার পরিবর্তিত উর্ধ্বপৃষ্ঠে অনেক পিণ্ডক দেহ (concretions) দেখিতে পাওয়া যায়। ইহা প্রধানত পুরু পুরু বেলেপাথরের স্তরে গঠিত, তাহার মধ্যে সেল ও জিপসামের পাতলা পাতলা স্তরও পাওয়া যায়। ইহার মধ্যে জীবাশ্ম খুবই বিরল। স্পেকল্‌ড স্যাণ্ড্‌স্টোনকে লবণ পর্বতের পূর্বপ্রান্তে অলিভ্‌ শ্রেণী নাম দেওয়া হইয়াছে (Olive Series)।

উপরের দিকে স্পেক্‌ল্‌ড স্যাণ্ড্‌স্টোন স্তরটি ল্যাভেণ্ডার ক্লে স্তরের সহিত ক্রমশ মিশিয়া গিয়াছে। এই স্তরটি ক্লে, সেল এবং বেলেপাথরে গঠিত। ইহার গভীরতা ১৫০—২০০ ফুট। ইহার মধ্যে উপস্তর ও অগভীর অবক্ষেপণের অন্যান্য বৈশিষ্ট্য আছে।

(২) **প্রোডাক্টস চুনাপাথর শ্রেণী** (Productus Limestone Series)—এই চুনাপাথর স্তরটির গভীরতা প্রায় ৯০০ ফুট। ইহা নিলাওয়ান শ্রেণীর মতোই গভীর, তবে শৈল উপাদান ও জৈব উপাদানে অনেক পৃথক্‌। তুলনা দ্বারা বলা যায় নিলাওয়ান শ্রেণী অপেক্ষাকৃত অগভীর সাগর জলে উৎপন্ন হইয়াছিল, কিন্তু প্রোডাক্টস শ্রেণী অনেক গভীরতর সমুদ্রের অবক্ষেপ। শিলা-উপাদান এবং জীবাশ্মের ভিত্তিতে প্রোডাক্টস শ্রেণীকে মোটামুটিভাবে তিনটি সোপানে বিভক্ত করা যায়, তবে ইহাদের অভ্যন্তরে প্রস্তাবিত অনুসোপানগুলি জীবাশ্মের দ্বারা সমর্থিত নহে। এই অনুসোপানগুলি ওয়াগেনের প্রস্তাব ছিল ঃ—নিম্ন সোপানের মধ্যে ২টি অনুসোপান (আম্ব্‌ এবং কাট্টা); মধ্য সোপানের মধ্যে ২টি অনুসোপান (ভীরগল্‌ এবং কালাবাগ); ঊর্ধ্ব সোপানের মধ্যে ৩টি অনুসোপান (কুণ্ড্‌ঘাট, জাবি ও চিদ্রু)। প্রকৃতপক্ষে, এই অনুসোপানগুলির স্থানীয় সার্থকতা হয়ত থাকিতে পারে কিন্তু বেশীদূর তাহাদের পৃথক্‌ করা সম্ভব নহে। প্রোডাক্টস চুনাপাথর শ্রেণী ভাঁজ ও চ্যুতির দ্বারা যথেষ্ট প্রভাবিত এবং যথেষ্ট ক্ষয়গ্রস্তও বটে। নিলাওয়ান নামক উপত্যকায় প্রথম আবির্ভূত হওয়ার পর ইহা ক্রমশ পশ্চিমের দিকে গভীরতর হইতে থাকে। জারহানওয়ালা গিরিখাতে এই শ্রেণীর পূর্ণ অনুক্রমের উদ্‌ভেদ দেখা যায়। আরও পশ্চিমে চিদ্রুগ্রামের নিকট এই শ্রেণীর ঊর্ধ্ব সীমাকে আধুনিক পদ্ধতিতে পরীক্ষা করা হইয়াছে (সিণ্ডেওল্‌ফ্‌, ১৯৫৪)। এই পরীক্ষা হইতে জানা গিয়াছে যে, প্রোডাক্টস চুনাপাথর ঊর্ধ্বাভিমুখে ক্রমশ ট্রায়াসিক চুনাপাথর গোষ্ঠীর সহিত মিশিয়া গিয়াছে ; উভয়ের মধ্যে কোন গাঠনিক অসংগতি প্রত্যক্ষ করা যায় না। পূর্বে জী (Gee) এই সীমারেখাকে (পার্মিয়ান-ট্রায়াসিক) সংগত বলিয়া বর্ণনা করিয়াছিলেন। কোন কোন গ্রন্থে অবশ্য এই সংযোগতলের নিকট একটি ছোট অসংগতির উল্লেখ দেখা যায়। যাহা হউক ট্রায়াসিক ও পার্মিয়ান এই দুই গোষ্ঠীর অন্তর্বর্তী ব্যবধানে কয়েকফুট ক্যালসিয় বেলেপাথর (জীবাশ্মহীন) পাওয়া যায়। ইহাকে অন্তর্বর্তী স্তর (passage bed) বলা যায়। উক্ত গোষ্ঠী দুইটির মধ্যে একটি সুস্পষ্ট জৈবিক অসংগতি অবশ্যই অনস্বীকার্য।

নিম্ন প্রোডাক্টস সোপানটি পূর্ববর্তী স্তর ল্যাভেণ্ডার ক্লের উপর সংগত-ভাবে অধিশায়িত। ইহা প্রায় ১৮০ ফুট গভীর এবং প্রধানত বেলে-

চুনাপাথর, ক্যালসিয় বেলেপাথর, সেল এবং অপেক্ষাকৃত অল্প পরিমাণ বিশুদ্ধ চুনাপাথরে গঠিত। মধ্য প্রোডাক্টস সোপানটি সবচেয়ে সুস্পষ্ট এবং উল্লেখযোগ্য, বহু ভৃগু (Cliff) ইহার দ্বারা গঠিত। ইহার মধ্যে দুইটি বিভাগ লক্ষ্য করা যায়। নিম্ন বিভাগটি গণ্ডোয়ানা উদ্ভিদ দ্বারা চিহ্নিত, প্রায় ৮০ ফুট গভীর; ইহা সেল এবং অশুদ্ধ চুনাপাথরে গঠিত এবং জারহানওয়ালা উপত্যকা ও দোধা ওয়াহান এই দুই স্থানে উত্তমরূপে উদ্‌ভিন্ন। ঊর্ধ্ব বিভাগটি (ইহার নাম ভৃগু-চুনাপাথর, Cliff-limestone) প্রায় ৫০০ ফুট গভীর বিশুদ্ধ প্রবাল চুনাপাথরে গঠিত। ঊর্ধ্ব প্রোডাক্টস সোপান প্রায় ৩০০-৩৫০ ফুট গভীর। ইহার নিম্নাংশে কয়েক ফুট সবজে বেলে সেল, অঙ্গারময় স্তরের সহিত আন্তঃস্তরায়িত (interbedded)। ইহার পর উপরের দিকে গেলে পাওয়া যায় মার্ল, ডলোমাইট এবং ক্যালসিয় বেলেপাথর। সিন্ধু উপত্যকার পশ্চিম পার্শ্বেও কালাবাগ ইত্যাদি অঞ্চলে প্রোডাক্টস শ্রেণী বিস্তৃত।

প্রোডাক্টস চুনাপাথর শ্রেণী হইতে প্রাপ্ত জীবাশ্মের তালিকা এত দীর্ঘ যে তাহা এখানে লিপিবদ্ধ করা সম্ভব নহে। সুতরাং ইহার বিভিন্ন সোপানগুলির প্রধান প্রধান জীবাশ্মগত বৈশিষ্ট্য নিম্নে উল্লেখ করা হইল।

নিম্ন প্রোডাক্টস সোপান—ইহার মধ্যে পাওয়া যায় **প্রোডাক্টস স্পাইরালিস** (*Productus spiralis*), **প্রোডাক্টস (টিনিও-থেরাস)** [*Productus* (*Taeniotherus*)], **নিওস্পিরিফার মার্কুই** (*Neospirifer marcoui*),, **পিকেলম্যানেলা নাইগার** (*Paeckelmanella niger*); এগুলি সব এই সোপানে সীমাবদ্ধ। **অলোস্টেগিস**ও (*Aulosteges*) প্রায় তদ্রূপ। এই সোপানের সবচেয়ে উল্লেখযোগ্য জৈবিক উপাদান হইল ফোরামিনিফার জীবাশ্ম—**প্যারাফুসুলিনা কাটায়েনসিস** (*Perafusulina kattaensis*), এই সোপানেই সীমাবদ্ধ। ইহা নিম্ন পার্মিয়ানের নির্দেশক। নিম্ন প্রোডাক্টস প্রাণিকুল পশ্চিম অস্ট্রেলিয়ার নিম্ন পার্মিয়ান প্রাণিকুলের সহিত এবং রাশিয়ার সাকমারিয়ান প্রাণিকুলের সহিত সাদৃশ্য প্রদর্শন করে।

মধ্য প্রোডাক্টস সোপান—নিম্ন ও মধ্য সোপানের মধ্যে সুস্পষ্ট জৈবিক অসংগতি লক্ষ্য করা যায়। প্রথমেই বলা যায় মধ্য সোপানে **গ্লসোপটেরিস** (*Glossopteris*) ও **গ্যাংগামপটেরিস** (*Gangamopteris*) এই দুইটি নিম্ন গণ্ডোয়ানা উদ্ভিদের উপস্থিতি। তারপর, **হেডেনেলা** (*Haydenella*) ও **ক্যাংক্রিনেলা** (*Cancrinella*) প্রোডাক্টসের এই দুইটি উপগণ (subgenus) মধ্য প্রোডাক্টস সোপানে সীমাবদ্ধ। **লিটোনিয়া** (*Lyttonia*), **রিক্‌থোফেনিয়া** (*Rhychthofenia*)

এবং **কিয়াংসিয়েলা** (*Kiangsiella*) এই তিনটি ব্র্যাকিওপোড এই সোপানের খুবই বৈশিষ্ট্যজনক। এছাড়া বলা যায় ইহার মধ্যে **প্রোডাক্টস** (*Productus*), **স্পিরিফার** (*Spirifer*) **স্পিরিজ্যারেলা**, (*Spirigerella*), **অ্যাথাইরিস**, (*Athyris*), **নটোথাইরিস** (*Notothyris*) ইত্যাদি ব্র্যাকিওপোড গণের বিভিন্ন জাতির প্রাচুর্য।

ঊর্ধ্ব প্রোডাক্টস সোপান—মধ্য সোপানের অনেক জীবাশ্মই ঊর্ধ্ব সোপানে বিস্তৃত রহিয়াছে। কিন্তু এই সোপানে ব্র্যাকিওপোডদের সংখ্যা হ্রাস পাইয়া ঝিনুক, শামুক, সেফালোপোডের সংখ্যা বৃদ্ধি পাইয়াছে। উপরের অংশে কতকগুলি অ্যামোনয়েড গণ, যেমন—**সাইক্লোলোবাস** (*Cyclolobus*), **ইউমেডলিকটিয়া**(*Eumedlicottia*), **এপিস্যাজেসিরাস** (*Episageceras*), **স্যাজেসিরাস** (*Sageceras*), **জেনোডিসকাস** (*Xenodiscus*) ইত্যাদি পাওয়া যায়। উক্ত অ্যামোনয়েড গণগুলি এবং **ক্রুপ্টাকান্থিয়া** (*Cryptacanthia*) নামক ব্র্যাকিওপোড গণটি এই সোপানের মধ্যেই সীমাবদ্ধ। মধ্য এবং ঊর্ধ্ব প্রোডাক্টস প্রাণিকুল রাশিয়ার ইউরাল অঞ্চলের মধ্য ও ঊর্ধ্ব পার্মিয়ান প্রাণিকুলের সহিত এবং চীনের লোপিং স্তরের মধ্য ও ঊর্ধ্ব পার্মিয়ান প্রাণিকুলের সহিত সাদৃশ্য প্রদর্শন করে।

সামগ্রিকভাবে বলা যায় প্রোডাক্টস চুনাপাথর প্রাণিকুলের মধ্যে ব্র্যাকিওপোডগণই প্রধান। ইহা ছাড়া নিম্নলিখিত গোষ্ঠীগুলি উল্লেখযোগ্য —ঝিনুক, শামুক, প্রবাল, ব্রায়োজোয়া, উদ্ভিদ, মৎস্য, ফোরামিনিফেরা, ক্রাইনয়েড, ভার্মিস, সেফালোপোড ইত্যাদি। ইহার নিম্ন সীমা প্যারাফুসুলিনার দ্বারা নিম্ন পার্মিয়ান বলিয়া চিহ্নিত। ইহার ঊর্ধ্বসীমা ট্রায়াসিক অ্যামোনাইট-বাহী চুনাপাথরের তলায় সংগত স্তরীয় অবস্থান দ্বারা ঊর্ধ্ব পার্মিয়ান বলিয়া চিহ্নিত। সাধারণভাবে সমগ্র প্রাণিকুলটি পার্মিয়ান রূপের। তাই অনুমান করা হয় ইহা প্রায় সমগ্র পার্মিয়ান যুগকেই রূপায়িত করিয়াছে। অবশ্য স্তরক্রমের মধ্যে কোন সুস্পষ্ট অসংগতি প্রত্যক্ষ করা না গেলেও, উহার মধ্যে প্রচ্ছন্ন বিরতি থাকা অসম্ভব নহে। কারণ প্রোডাক্টস চুনাপাথর শ্রেণীর সর্বোচ্চ গভীরতা ৯০০—১০০০ ফুটের অধিক নহে। লবণ পর্বত একটি বিশেষ গুরুত্বপূর্ণ পার্মিয়ান অঞ্চল কারণ, একদিকে ভারতীয় উপদ্বীপের সমৃদ্ধ পার্মিয়ান উদ্ভিদকুল, অন্যদিকে হিমালয়ের পার্মিয়ান প্রাণিকুলের দীর্ঘবিস্তৃত বলয়—লবণ পর্বত এই দুয়ের মধ্যে যোগসূত্র। সাম্প্রতিককালে লবণ পর্বতের পার্মিয়ান ও ট্রায়াসিক স্তরক্রমের পুনরনুশীলন করা হইয়াছে (সি, টাইকার্ট ও বি, কুমেল, ১৯৭০)।

5·3 স্পিটি অঞ্চলের (কেন্দ্রীয় হিমালয়) ঊর্ধ্ব পুরাজীবীয় স্তরক্রম (upper Palaeozics of Spiti and central Himalaya)

পরিচয়—স্পিটি এবং চতুষ্পার্শ্বস্থ পার্বত্য অঞ্চলের (কেন্দ্রীয় হিমালয়) পুরাজীবীয় বলয়ের ভূতত্ত্বীয় সংস্থান ইত্যাদির কথা পূর্ব অধ্যায়ে আলোচিত হইয়াছে। এখানে মুথ্ কোয়ার্টজাইট গোষ্ঠী দিয়া ঊর্ধ্ব পুরাজীবীয়ের সুরু এবং প্রায় অবিচ্ছিন্ন একটি অনুক্রমের মধ্য দিয়া ট্রায়াসিক চুনাপাথরের সংগতিপূর্ণ নিম্নপ্রান্তে আসিয়া ইহার শেষ। যেমন ভারতের অন্যত্র, তেমনি এখানে ঊর্ধ্ব কার্বনিফেরাসে একটি অসংগতি লক্ষ্য করা যায়। কিন্তু হিমালয় বলয় মহীখাত অববাহিকার অন্তর্ভুক্ত ছিল বলিয়া এখানে অসংগতির মান অতি নিম্ন। অবক্ষেপণ-বিরতি সম্ভবত দীর্ঘস্থায়ী হয় নাই, একটি পাতলা গ্রীট-কংগ্লোমারেটের স্তর দ্বারা ইহা প্রকাশিত। স্পিটিতে যে অধোভঙ্গের কথা পূর্বে উল্লেখ করা হইয়াছে ঊর্ধ্ব পুরাজীবীয় স্তরটিও সেই গঠনের দ্বারা প্রভাবিত। এই স্তরক্রমের শিলালক্ষণ অনুধাবন করিলে দেখা যায় যে ডেভোনিয়ান অংশ প্রধানত উপকূলবর্তী অগভীর সাগরের অবক্ষেপ (মুথ্ গোষ্ঠী) কিন্তু পরবর্তী কার্বনিফেরাস অংশ বিশেষ করিয়া পার্মিয়ান অংশ (প্রোডাক্টস সেল) গভীর সমুদ্রের অবক্ষেপ। অনুমান করা হয় যে ঊর্ধ্ব পুরাজীবীয় কালের শেষদিকে টেথিস মহীখাত ব্যাপক বিস্তৃতি এবং উল্লেখযোগ্য গভীরতা লাভ করিয়াছিল। 'কেন্দ্রীয়' হিমালয় বা স্পিটি অঞ্চলের ঊর্ধ্ব পুরাজীবীয় স্তরক্রমকে সাধারণত মুথ্ গোষ্ঠী (ডেভোনিয়ান), কানেওয়ার গোষ্ঠী (কার্বনিফেরাস) এবং কিউলিং গোষ্ঠী (পার্মিয়ান) এই তিন অংশে বিভক্ত করা হয়।

(খ) **স্পিটি-হিমালয়ের উধ্বর্ পুরাজীবীয় স্তরক্রম** (প্রধানত এইচ, হেডেন, ১৯০৪) :

চুনাপাথর স্তরে অটোসিরাসের জৈবিক অঞ্চল······নিম্ন ট্রায়াসিক

—সংগতি—

পার্মিয়ান গোষ্ঠী (কিউলিং গোষ্ঠী)

প্রোডাক্টস সেল শ্রেণী (১৫০′)······উধ্বর্ পার্মিয়ান

ক্যালকেরিয়াস বেলেপাথর শ্রেণী (১০০′)······নিম্ন পার্মিয়ান

—অসংগতি—

কার্বনিফেরাস গোষ্ঠী (কানেওয়ার গোষ্ঠী)

পো শ্রেণী (২০০০′)······মধ্য কার্বনিফেরাস

লিপক শ্রেণী (২০০০′)······নিম্ন কার্বনিফেরাস

—সংগতি—

ডেভোনিয়ান গোষ্ঠী (মুথ্ গোষ্ঠী)

চুনাপাথর স্তর (৩০০′), **অ্যাট্রাইপা অ্যাসপেরা** ও **স্ট্রিংগোসিফেলাস** জীবাশ্ম যুক্ত······ডেভোনিয়ান

কোয়ার্টজাইট যুক্ত সেল স্তর (৮০′)······ডেভোনিয়ান

মুথ্ কোয়ার্টজাইট স্তর (২৫০০′)······উধ্বর্ সিলুরিয়ান হইতে ডেভোনিয়ান

(গ) **উধ্বর্ পুরাজীবীয় স্তরক্রমের বর্ণনা :**

ডেভোনিয়ান গোষ্ঠী (Muth Quartzite)—ইহার প্রধান অংশ হইল মুথ্ কোয়ার্টজাইট স্তর। ইহা একটি জীবাশ্মহীন, উপকূলবর্তী কর্করীর অবক্ষেপ। ইহার অন্তঃস্তরে নিম্ন সিলুরিয়ান যুগের **পেণ্টামেরাস ওব্‌লংগাস** (*Pentamerus oblongus*), পাওয়া গিয়াছে বলিয়া ইহার নিম্নাংশকে উধ্বর্ সিলুরিয়ান বলিয়া গণ্য করা হয়। তবে ইহার অধিকাংশই সম্ভবত ডেভোনিয়ান গোষ্ঠীভুক্ত। প্রায় সমগ্র হিমালয়ের দৈর্ঘ্য জুড়িয়া ইহা একটি সুস্পষ্ট, উন্নত, পার্বত্য শিলান্তর। এই কোয়ার্টজাইট গোষ্ঠীর উপরে হিমালয়ের কয়েকটি স্থানে ডেভোনিয়ান জীবাশ্ম-বাহী চুনাপাথর স্তর পাওয়া যায়।

বিশেষ করিয়া উত্তর স্পিটি, বসার অঞ্চল, রুপসু জেলা (কাশ্মীর), কালি উপত্যকা (টেরাগড় ক্যাম্প), চিত্রাল, পামীর এবং সম্প্রতি ভূটানে নিম্ন হিমালয় (টং চু শ্রেণী ; এ, গান্‌সার, ১৯৬৪, ২০৫ পৃঃ) হইতে জীবাশ্ম চিহ্নিত সুনিশ্চিত ডেভোনিয়ান স্তর বর্ণিত হইয়াছে। উপরের স্তরক্রম তালিকায় ডেভোনিয়ানের যে অনুক্রম দেওয়া হইয়াছে তাহা বসার অঞ্চলের লিপক উপত্যকা হইতে বর্ণিত এবং উল্লিখিত ৩০০ ফুট চুনাপাথর স্তর হইতে (এই স্তরটি জীবাশ্ম-সহ উত্তর স্পিটিতেও বিস্তৃত) যে সব জীবাশ্ম পাওয়া গিয়াছে তাহাদের তালিকা নিম্নে দেওয়া হইল। **অ্যাট্রাইপা অ্যাসপেরা** (*Atrypa aspera*), **অর্থোথেটিস আম্ব্রাকুলাম** সদৃশ (*Orthothctes* cf. *umbraculum*), ক্রাইনয়েডের অংশ, **সায়াথোফাইলাম** (*Cyathophyllum*), **স্ট্রোফালোসিয়া** (*Strophalosia*), **অর্থিস** (*Orthis*) ইত্যাদি।

কুমায়ুনের নিকটবর্তী কালি উপত্যকার ডেভোনিয়ান চুনাপাথর হইতে কয়েকটি অতিরিক্ত জীবাশ্ম পাওয়া গিয়াছে—**অ্যাট্রাইপা রেটিকিউলারিস** (*Atrypa reticularis*), **ফ্যাভোসাইটিস** (*Favosites*), **পেণ্টামেরাস** (*Pentamerus*), **উইলসনিয়া** (*Wilsonia*), **অ্যাভিকুলোপেকটেন** (*Aviculopecten*), **ফেনেস্টেলা** (*Fenestella*) ইত্যাদি।

লিপক শ্রেণী (Lipak Series)—লিপক শ্রেণী জীবাশ্মের দ্বারা নিম্ন কার্বনিফেরাস স্তর বলিয়া চিহ্নিত। ইহার শ্রেষ্ঠ উদ্‌ভেদ দেখিতে পাওয়া যায় স্পিটি অঞ্চলের লিপক নদীর উপত্যকায়। এই নদীর নাম হইতেই শ্রেণীটির নাম হইয়াছে। ডেভোনিয়ান গোষ্ঠীর উপর সংগতভাবে অধিশয়ান প্রায় ২০০০ ফুট গভীর চুনাপাথর, কোয়ার্টজাইট, সেল ইত্যাদি শিলায় গঠিত একটি স্তর এই লিপক শ্রেণী। কনৌরের পার্বত্য-শিলাচ্ছেদে এই শ্রেণীর সম্পূর্ণতম অনুক্রম দেখা যায় ঃ—

৭। হলুদ চুনাপাথর (৩০০′)
৬। পাতলা-সেল-স্তর যুক্ত চুনাপাথর (৩৭২′)
৫। সাদা কোয়ার্টজাইট (২৫′)
৪। ক্রাইনয়েডযুক্ত শক্ত কৃষ্ণবর্ণ চুনাপাথর (১৮৫′)
৩। স্লেট-স্তর যুক্ত কোয়ার্টজাইট (২২৪′)
২। লালচে চুনাপাথর (১৩১′)
১। শক্ত, ধূসর বা কৃষ্ণবর্ণ, প্রবালযুক্ত চুনাপাথর (৩৬০′)

প্রথম স্তরটিতে কিছু অর্ধ-সংরক্ষিত জীবাশ্ম পাওয়া গিয়াছে, ঐ স্তরটি সম্ভবত ডেভোনিয়ান গোষ্ঠীভুক্ত। ২নং হইতে ৬নং স্তরেও বিশেষ জীবাশ্ম

পাওয়া যায় না। ৬নং স্তরের মধ্যে কয়েকটি গুরুত্বপূর্ণ জীবাশ্ম-স্তর পাওয়া গিয়াছে। ৭নং স্তরটি অনেক স্থানে জিপসামে পরিবর্তিত হইয়াছে। লিপক শ্রেণীর জীবাশ্ম তালিকা—

ব্র্যাকিওপোড—**কনিটিস** (*Chonetes*), **প্রোডাক্টস কোরা** (*Productus cora*) ও অন্যান্য অনেক জাতি, **সিরিংগোথাইরিস কাস্পিডাটা** (*Syringothyris cuspidata*), **ডার্বিয়া** (*Derbyia*), **লেপ্টিনা** (*Leptaena*), **স্পিরিফার** (*Spirifer*), **মার্টিনিয়া** (*Martinia*), **ডায়ালেসমা** (*Dialesma*), **রিংকোনেলা** (*Rhynchonella*), **ক্যামেরোফোরিয়া** (*Camarophoria*), **রেটিকুলেরিয়া** (*Reticularia*), **অ্যাথাইরিস রয়সিআই** (*Athyris roysii*) ইত্যাদি।

অন্যান্য—**প্লুরোটোমারিয়া** (*Pleurotomaria*), **কনুলেরিয়া** (*Conularia*), **ফিলিপসিয়া** অ্যাফ্ **ক্লিফোর্ডি** (*Phillipsia* aff. *cliffordi*), **হেলোডাস ক্রেনুলেটাস** সদৃশ (*Helodus* cf. *cranulatus*), **এস্থেরিয়া** (*Estheria*) ইত্যাদি।

উপরোক্ত প্রাণিকুলকে সিরিংগোথাইরিস-প্রাণিকুল বলা হয় কারণ, **সিরিংগোথাইরিস কাসপিডাটা** নামক সূচক-জীবাশ্মটির ভিত্তিতে এই প্রাণিকুলের বয়স নিম্ন কার্বনিফেরাস বলিয়া নির্ধারিত হইয়াছে। **ফিলিপসিয়া ক্লিফোর্ডি** নামক ট্রাইলোবাইট, **হেলোডাস ক্রেনুলেটাস** নামক মৎস্য এবং বহুসংখ্যক ব্র্যাকিওপোড জাতি তাহাদের সাধারণ যোগসূত্র হইতে এই সিদ্ধান্তকে সমর্থন করে। কাশ্মীরের সিরিংগোথাইরিস চুনাপাথর লিপক শ্রেণীর সমকালীন।

পো শ্রেণী (*Po Series*)—পো গ্রামের নাম হইতে ইহার নাম হইয়াছে। ইহা স্পিটি অঞ্চলের একটি সুবিখ্যাত মধ্য কার্বনিফেরাস শিলাস্তর। প্রায় ২০০০ ফুট গভীর সেল, কোয়ার্টজাইট ইত্যাদি শিলায় এই স্তর গঠিত। নীচের দিকে সেলের প্রাধান্য, উপরদিকে কোয়াটজাইটের। সেল স্তরগুলি হইতে উদ্ভিদ, ব্র্যাকিওপোড এবং অন্যান্য জীবাশ্ম পাওয়া গিয়াছে। কার্বনিফেরাস যুগের (নিম্ন বা মধ্য) এই উদ্ভিদ সংগ্রহের যথেষ্ট তাত্ত্বিক মূল্য রহিয়াছে। পো শ্রেণীর মধ্যে অনেক ক্ষারীয় ডাইকের উদ্‌বেধ দেখা যায়। ইহারা অনেক সময় সেলকে স্লেট ও সিস্টে রূপান্তরিত করিয়াছে। পো শ্রেণীর মধ্যে ২টি জীবাশ্ম-স্তর বা সোপান আছে। নিম্নের স্তরটিকে বলা হয় উদ্ভিদবাহী সোপান আর, ঊর্ধ্বস্তরটিকে বলা হয় ফেনেস্টেলা সোপান। প্রথমটি হইতে পাওয়া গিয়াছে **র‍্যাকপটেরিস ওভাটা** (*Rhacopteris ovata*),

স্ফেনপটেরিস (*Sphenopteris*) এবং **স্ফেনপটেরিডিয়াম ফুরসিলেটাম** (*Sphenopteridium furcillatum*)। এই উদ্ভিদ জীবাশ্মগুলি মধ্য কার্বনিফেরাস বয়স নির্দেশ করে। ফেনেস্টেলা স্তরে প্রধান জীবাশ্ম হইল **ফেনেস্টেলা** (*Fenestella*) নামক ব্রায়োজোয়া, কিন্তু ইহার কালপরিসর দীর্ঘ বলিয়া স্তরটির বয়সের সম্বন্ধে বিশেষ আলোক-সম্পাত করে না। এই জীবাশ্মটির বয়স বিতর্কিত। ইহার সহিত সংশ্লিষ্ট অন্যান্য জীবাশ্ম যেমন **প্রোডাক্টস (লাইনোপ্রোডাক্টস) লিনিয়েটাস** [*Productus* (*Linoproductus*) *lineatus*], **স্পিরিজেরা জেরাডি** (*Spirigera geradi*), **ডায়ালেসমা** (*Dialesma*), **স্পিরিফার** (*Spirifer*), **প্লুরোটোমারিয়া** (*Plurotomaria*), **অর্থোসিরাস** (*Orthoceras*) ইত্যাদি পো শ্রেণীর প্রস্তাবিত মধ্য কার্বনিফেরাস বয়সের সহিত সামঞ্জস্যপূর্ণ।

পো শ্রেণীর শীর্ষে গ্রীট, কংগ্লোমারেট, কোয়ার্টজাইট ইত্যাদি শিলায় গঠিত একটি স্তর আছে। ইহার প্রকৃতি ও গভীরতা পরিবর্তনশীল। ইহা উর্ধ্ব কার্বনিফেরাস বিরতি নির্দেশ করে। স্পিটির তুলনায় ভারতের অন্যান্য স্থানে (যেমন, লবণ পর্বত বা ভারতীয় উপদ্বীপে) এই বিরতির মান অনেক উচ্চতর।

কিউলিং গোষ্ঠী (Kuling System)—পো শ্রেণী-উত্তর অসংগতির উপর পার্মিয়ান যুগের কিউলিং গোষ্ঠী অধিশয়ান রহিয়াছে। ইহার মধ্যে দুইটি শ্রেণী। নিম্নস্থ ক্যালকেরিয়াস বেলেপাথর (Calcareous Sandstone) শ্রেণী প্রায় ১০০ ফুট গভীর; ইহার নিম্নাংশে গ্রীট আছে, অধিকাংশই বেলেপাথর, উহার মধ্যে কিছু চুনাপাথর উপাদান রহিয়াছে। এই স্তরটি হইতে নিম্নলিখিত জীবাশ্মগুলি পাওয়া গিয়াছে।

ক্যালকেরিয়াস বেলেপাথর শ্রেণীর জীবাশ্ম—**স্পিরিফার (নিওস্পিরিফার) মার্কুই** [*Spirifer* (*Neospirifer*) *marcoui*], এই উপগণটির অন্যান্য জাতি, **অ্যাথাইরিস** (*Athyris*), **ডায়ালেসমা** (*Dialesma*), **কিয়াংসিয়েলা** (*Kiangsiella*), **পেক্টিনিফর্মিস** (*Pectiniformes*), **অলোস্টেগিস** (*Aulosteges*), **ব্লানফোর্ডিনিয়া** (*Blanfordinia*), **অ্যাভিকুলোপেক্টেন** (*Aviculopecten*) ইত্যাদি। ইহাদের মধ্যে প্রথমটি লবণ পর্বতের নিম্ন প্রোডাক্টস সোপান হইতে পাওয়া গিয়াছে, সুতরাং ইহাকে সম্ভাব্য নিম্ন পার্মিয়ান-নির্দেশক বলিয়া ধরা যাইতে পারে; লবণ পর্বতে এই জীবাশ্মটি নিম্ন প্রোডাক্টস সোপানেই সীমাবদ্ধ।

কিউলিং গোষ্ঠীর উর্ধ্ব শ্রেণীটির নাম প্রোডাক্টস সেল (Productus Shale)। ইহাকে হিমালয়ের পার্মিয়ান গোষ্ঠীর আদর্শস্বরূপ চিন্তা করা যাইতে পারে। এই শিলাস্তরটিকে স্টলিস্কা প্রথমে পিন নদীর তীরে অবস্থিত

কিউলিং গ্রামের নামানুসারে কিউলিং সেল নামে অভিহিত করেন। পরে প্রোডাক্টস গণটির প্রাচুর্য হইতে ইহার নাম হইয়াছে প্রোডাক্টস সেল। ইহা নেপাল হইতে কাশ্মীর পর্যন্ত প্রায় সমগ্র হিমালয়ে বিস্তৃত। ইহার গভীরতা প্রায় ১৫০ ফুটের মতো, কিন্তু পাতলা হইলেও হিমালয়ের জীবাশ্মময় স্তরক্রমে ইহা একটি সুস্পষ্ট স্তর এবং জীবাশ্ম-গুণে ইহা একটি প্রমাণ স্তরীয় রেখা। বিভিন্ন উপাদানের নরম সেল-প্রধান শিলায় (কখনও সিলিকাময়, কখনও অঙ্গারময়, কখনও মৃন্ময়) এই শিলাস্তর গঠিত এবং উহা উচ্চমাত্রায় বলিত (folded)। ইহার মধ্যে কিছু পাতলা বেলেপাথরের স্তরও মিশ্রিত আছে। প্রোডাক্টস সেল শ্রেণীর মধ্যে দুইটি জৈবিক অঞ্চল (বা সোপান) লক্ষ্য করা যায়। নীচেরটি ব্র্যাকিওপোড দ্বারা চিহ্নিত (মার্জিনিফেরা অঞ্চল) এবং উপরটি অ্যামোনয়েড দ্বারা চিহ্নিত (অ্যামোনয়েড অঞ্চল)। নীচের অঞ্চল (zone) হইতে পাওয়া গিয়াছে—**মার্জিনিফেরা হিমালয়েনসিস** (*Marginifera himalayensis*), **স্পিরিফার রাজা** (*Spirifer rajah*), **কনিটিস লিসারেনসিস** (*Chonetes lissarensis*), **নিওস্পিরিফার মুসাখয়লেনসিস** (*Neospirifer musakhaylensis*), **নিঃ নিতিএনসিস** (*N. nitiensis*) ইত্যাদি। ইহার মধ্যে প্রথম দুইটি হিমালয়ের ঊর্ধ্ব পার্মিয়ানের বিশেষ বৈশিষ্ট্য। উপরের অঞ্চল হইতে পাওয়া গিয়াছে প্রধানত কয়েকটি অ্যামোনয়েড জীবাশ্ম—যেমন, **জেনাস্পিস** (*Xenaspis*), **সাইক্লোলোবাস** (*Cyclolobus*) ইত্যাদি। উল্লিখিত প্রাণিকুল ঊর্ধ্ব পার্মিয়ান বয়স নির্দেশ করে। লবণ পর্বতের ঊর্ধ্ব প্রোডাক্টস চুনাপাথর প্রাণিকুলের সহিত ইহার সাধারণ সাদৃশ্য এই সিদ্ধান্তকে সমর্থন করে। জৈবিক প্রকৃতি এবং স্তরীয় সংগতির দিক দিয়া প্রোডাক্টস সেল এবং উহার অধঃস্থ ক্যালকেরিয়াস বেলেপাথর নিবিড়ভাবে সংশ্লিষ্ট এবং একই গোষ্ঠীভুক্ত। কিন্তু ঊর্ধ্বস্থ ট্রায়াসিক চুনাপাথর স্তরের (ওফিসিরাসের অঞ্চল) সহিত প্রোডাক্টস সেল শ্রেণীর জৈবিক বৈষম্য বিরাট এবং উহারা স্পষ্টতঃই ভিন্ন যুগভুক্ত। তথাপি লক্ষণীয় এই যে উহাদের মধ্যে কোন সুস্পষ্ট গাঠনিক অসংগতি নাই।

5.4 কাশ্মীরের ঊর্ধ্ব পুরাজীবীয় স্তরক্রম (upper Palaeozoics of Kashmir)

(ক) **পরিচয়**—যে উপবৃত্তাকার উপত্যকা হইতে কাশ্মীরের নিম্ন পুরাজীবীয় স্তরক্রম বর্ণিত হইয়াছে, সেখানেই ঊর্ধ্ব পুরাজীবীয় কালের একটি সম্পূর্ণ অনুক্রম দেখিতে পাওয়া যায়। নিম্ন পুরাজীবীয় স্তরের উপর ইহা সংগতভাবে অধিশয়ান এবং ট্রায়াসিক চুনাপাথরের নীচেও ইহার অবস্থান সংগতিপূর্ণ।

কাশ্মীরের এই উর্ধ্ব পুরাজীবীয় স্তরক্রম প্রধানত পাললিক, কিন্তু ইহার মধ্যে একটি গভীর আগ্নেয় লাভাস্তর রহিয়াছে। পাললিক স্তরের মধ্যে আবার সামুদ্রিক প্রাণী এবং স্থলজ উদ্ভিদ দুই প্রকার জীবাশ্মই পাওয়া যায়। বস্তুত, কাশ্মীরের উর্ধ্ব পুরাজীবীয় স্তরক্রম ও ইতিহাস বিশেষ বৈচিত্র্যপূর্ণ। একদিকে ভারতীয় উপদ্বীপ ও গণ্ডোয়ানা মহাদেশ, অন্যদিকে টেথিস মহীখাত এই দুয়ের মিলনস্থানে কাশ্মীরের অববাহিকা, তাই ইহার পুরাভৌগোলিক গুরুত্ব যথেষ্ট। একদিকে যেমন ইহার মধ্যে রহিয়াছে ইউরিডেসমা প্রভৃতি বিশ্বব্যাপী সামুদ্রিক প্রাণীর জীবাশ্ম, অন্যদিকে তেমনি ইহার মধ্যে পাওয়া যায় **গ্লসপটেরিস, গ্যাংগামপটেরিস** ইত্যাদি নিম্ন গণ্ডোয়ানা উদ্ভিদ। তাই নিম্ন গণ্ডোয়ানা উদ্ভিদকুলের প্রাচীনতা নির্ণয়ের ব্যাপারে কাশ্মীরের উর্ধ্ব পুরাজীবীয় স্তরক্রম বিশেষ গুরুত্বপূর্ণ।

(খ) কাশ্মীরের উর্ধ্ব পুরাজীবীয় স্তরক্রম :

গোষ্ঠী	শ্রেণী / সোপান	বয়স
	অটোসিরাস চুনাপাথর সোপান	নিম্ন ট্রায়াসিক
	—সংগতি—	
পার্মিয়ান গোষ্ঠী	জিওয়ান শ্রেণী — প্রোডাক্টস সেল সোপান (৩৫০′)	উর্ধ্ব পার্মিয়ান
	জিওয়ান শ্রেণী — জিওয়ান সোপান (৪৫০′)	উর্ধ্ব পার্মিয়ান
	গ্যাংগামপটেরিস শ্রেণী (৩০০′)	নিম্ন পার্মিয়ান
	—অসংগতি—	
কার্বনিফেরাস গোষ্ঠী	পাঞ্জাল আগ্নেয়শিলা শ্রেণী — ক্ষারীয় লাভাস্তর (৮০০০′), অ্যাগ্লোমারেট স্লেট (১৬০০′)	উর্ধ্ব কার্বনিফেরাস হইতে ট্রায়াসিক
	ফেনেস্টেলা সেল শ্রেণী (২০০০′)	মধ্য কার্বনিফেরাস
	সিরিংগোথাইরিস চুনাপাথর শ্রেণী (১০০০′)	নিম্ন কার্বনিফেরাস
	—সংগতি—	
ডেভোনিয়ান গোষ্ঠী	কোয়ার্টজাইট স্তর (মুথ্ কোয়ার্টজাইট)	ডেভোনিয়ান এবং ? উর্ধ্ব সিলুরিয়ান

(গ) উপরোক্ত স্তরক্রমের বর্ণনা :

ডেভোনিয়ান গোষ্ঠী—কাশ্মীরের লিডার উপত্যকায় এবং সম্মুস আবারি অধোভঙ্গে ডেভোনিয়ান গোষ্ঠীর উদ্‌ভেদ দেখিতে পাওয়া যায়। লিডার

উপত্যকার বিখ্যাত ঊর্ধ্বভঙ্গে জীবাশ্মযুক্ত সিলুরিয়ান গোষ্ঠীর উপর ১000—২000 ফুট গভীর শুভ্র কোয়ার্টজাইট অবক্ষেপটি হইল কাশ্মীরের ডেভোনিয়ান স্তর। ইহার শৈলপ্রকৃতি স্পিটির মুথ্‌ কোয়ার্টজাইটের মতো এবং দুইটি স্তর সমকালীন বলিয়াই বিশ্বাস করা হয়। ডেভোনিয়ান কোয়ার্টজাইট গোষ্ঠী মোটামুটিভাবে জীবাশ্মহীন, তবে কয়েকটি জীবাশ্ম এই স্তর হইতে বর্ণিত হইয়াছে। এই স্তরগোষ্ঠী **সিরিংগোথাইরিস কাস্পিডাটা** চিহ্নিত নিম্ন কার্বনিফেরাস স্তরের নীচে সংগতভাবে অবস্থান করিতেছে এবং ইহার অন্তঃস্তরে রহিয়াছে জীবাশ্ম-চিহ্নিত সিলুরিয়ান গোষ্ঠী। এই স্তরীয় অবস্থান হইতে ইহার ভূতত্ত্বীয় বয়স ডেভোনিয়ান বলিয়া স্থির করা হইয়াছে। এবং ঐ সিদ্ধান্তের সমর্থনে রহিয়াছে মুথ্‌ কোয়ার্টজাইট স্তরের সহিত ইহার আকর্ষণীয় সাদৃশ্য।

সিরিংগোথাইরিস চুনাপাথর শ্রেণী—(Syringothyris Limestone) কাশ্মীরের উপবৃত্ত-উপত্যকার উত্তর পশ্চিম অংশে ইহার উদ্‌ভেদ দেখা যায়, মাটি এবং পাঞ্জাল লাভা দ্বারা তাহা অনেক স্থানেই আবৃত। ডেভোনিয়ান কোয়ার্টজাইটের উপর ইহা সংগতরূপে অধিশয়ান এবং ফেনেস্টেলা শ্রেণীর অন্তঃস্তরেও ইহার অবস্থান সংগতিপূর্ণ। এই শ্রেণীটি প্রায় ১000 ফুট গভীর, প্রধানত চুনাপাথরে গঠিত, এবং ক্লে ও কোয়ার্টজাইটের পাতলা পাতলা স্তর দ্বারা আন্তঃস্তরায়িত (interbedded)। শ্রীনগরের দক্ষিণ-পূর্বে আইশমাকুম এবং কোটসু এই দুইটি স্থানে এই স্তর হইতে অনেক জীবাশ্ম সংগৃহীত হইয়াছে। ইহাদের অধিকাংশই ব্র্যাকিওপোড—**সিরিংগোথাইরিস কাস্পিডাটা** (*Syringothyris cuspidata*), **কনিটিস হার্ড্রেনসিস** (*Chonetes hardrensis*), **কনিটিস** অ্যাফ্‌ **কোময়ডিস** (*C.* aff. *comoides*), **প্রোডাক্টস কোরা** (*Productus cora*), **প্রোঃ লংগিস্পাইনাস** (*P. longispinus*), **প্রোঃ সেমিরেটিকুলেটাস** (*P. semireticulatus*), **প্রোঃ স্ক্যাব্রিকুলাস** সদৃশ (*P.* cf. *scabriculus*), **স্পিরিফার বাইসুলকেটাস** সদৃশ (*Spirifer* cf. *bisulcatus*), **স্পিঃ সিনক্টাস** সদৃশ (*S.* cf. *cinctus*), **অ্যাথাইরিস সাবটিলিটা** (*Athyris subtilita*), **সাইজোফোরিয়া রেস্যুপিনেটা** (*Schizophoria resupinata*), **ডার্বিয়া** (*Derbyia*), **রিংকোনেলা** (*Rhynchonella*), প্রবাল এবং ক্রাইনয়েড। এই তালিকার মধ্যে প্রথম জাতিটি নিম্ন কার্বনিফেরাসের সূচক-জীবাশ্ম। উহার ভিত্তিতে এবং অন্যান্য বিচারে এই শ্রেণী স্পিটি হিমালয়ের লিপক শ্রেণীর সহিত সমকালীন।

ফেনেস্টেলা শ্রেণী (Fenestella Series)—সিরিংগোথাইরিস চুনাপাথর শ্রেণীর উপর এই শ্রেণীটি সংগতভাবে বিন্যস্ত। কিন্তু ইহার

উদ্‌ভেদ অপেক্ষাকৃত সংক্ষিপ্ত, প্রধানত উপত্যকার পশ্চিমাংশেই ইহা সীমিত। সীমিত উদ্‌ভেদের কারণ হইল নবীনতর স্তর পাঞ্জাল লাভা দ্বারা ইহার প্রাবরণ (overlap)। বানিহাল উর্ধ্বভঙ্গে সিরিংগোথাইরিস চুনাপাথরের উর্ধ্বে এবং উহাকে বেষ্টিত করিয়া একটি চওড়া ফেনেস্টেলা উদ্‌ভেদ দেখা যায়, এখানে ফেনেস্টেলা শ্রেণীর গভীরতা প্রায় ৩000 ফুট। লিডার উপত্যকার উর্ধ্বভঙ্গে নতির অভিমুখগামী একটি চ্যুতির প্রভাবে লিডার নদীর দুই তীরে ফেনেস্টেলা শ্রেণীর উদ্‌ভেদ দুইটির মধ্যে যথেষ্ট আপেক্ষিক সরণ হইয়াছে। বাম-তীরের উদ্‌ভেদটি ডান-তীরের উদ্‌ভেদ অপেক্ষা অনেক উর্ধ্বে উঠিয়া গিয়াছে। চ্যুতিটির দিক-বিস্তৃতি নদী-উপত্যকা বরাবর। ফেনেস্টেলা শ্রেণী প্রধানত কোয়ার্টজাইট শিলায় গঠিত এবং সেল দ্বারা আন্তঃস্তরায়িত। কিছু কংগ্লোমারেটও ইহার সহিত মিশ্রিত আছে। নিম্নাংশে সেল স্তরের আধিক্য, উর্ধ্বাংশে কোয়ার্টজাইটের। সেল স্তর হইতে অনেকগুলি জীবাশ্ম পাওয়া গিয়াছে। নিম্নে ফেনেস্টেলা শ্রেণীর একটি আদর্শ শিলাছেদ বর্ণিত হইল—

পাঞ্জাল অ্যাগ্লোমারেট ও স্লেট

——সংগতি——

ফেনেস্টেলা সেল শ্রেণী	উর্ধ্বতম স্তর (অগভীর)
	জীবাশ্মহীন কোয়ার্টজাইট ও সেল (৫00′—৬00′)
	কৃষ্ণবর্ণ বেলে সেল, ফেনেস্টেলা যুক্ত (১00′)
	কোয়ার্টজাইট (৬0′)
	ধূসর সেলপ্রধান বেলেপাথর (২00′)
	কৃষ্ণবর্ণ সেল, ফেনেস্টেলা, প্রবাল ও অন্য জীবাশ্ম-যুক্ত (১৫0′)
	কোয়ার্টজাইট (১00′)
	বেলে সেল, প্রোডাক্টস ও অন্য জীবাশ্ম-যুক্ত (৫00′)

(ভূমি আবৃত)

ফেনেস্টেলা সেল এবং নিম্নস্থ শ্রেণীর মধ্যে কোথাও কোথাও কয়েকশত ফুট অন্তর্বর্তী স্তর আছে, জীবাশ্মহীন বলিয়া এই অন্তর্বর্তী স্তরের প্রকৃত বয়স নির্ধারণ করা যায় নাই। উপরোক্ত শিলাছেদ-বর্ণনা হইতে দেখা যায় যে, এই শ্রেণীর মধ্যে দুইটি প্রধান ফেনেস্টেলা-বাহী স্তর আছে এবং উহারা প্রায় ২৫0—৩00 ফুট অজৈবিক স্তর দ্বারা বিচ্ছিন্ন। আগ্নেয়গিরি হইতে উৎক্ষিপ্ত কিছু শিলাখণ্ড ফেনেস্টেলা শ্রেণীর উর্ধ্বাংশে সমাহিত আছে, ইহারা পরবর্তী পাঞ্জাল অগ্ন্যুৎপাতের সূচনা করে। এই শ্রেণীর জীবাশ্ম-তালিকা :—

ব্রায়োজোয়া—**ফেনেষ্টেলা** (*Fenestella*), **প্রোটোরেটিপোরা** (*Protoretepora*)।

ব্র্যাকিওপোড—**প্রোডাক্টস আনডেটাস** (*Productus undatus*), **প্রোঃ কোরা** সদৃশ (*P.* cf. *cora*), **প্রোঃ সেমিরেটিকুলেটাস** (*P. semireticulatus*), **প্রোঃ** অ্যাফ্‌ **স্ক্যাব্রিকুলাস** (*P.* aff. *scabriculus*), **প্রোঃ লিডারেনসিস** (*P. lidarensis*), **প্রোঃ স্পিটিয়েনসিস** (*P. spitiensis*), **প্রোঃ হাম্‌বোলটি** সদৃশ (*P.* cf. *humboldti*), **প্রোঃ ডাউহাটেনসিস** (*P. dowhatensis*), **অলোষ্টেগিস** (*Aulosteges*), **ডার্বিয়া** (*Derbyia*), **অর্থোটিকিয়া** (*Orthotichia*), **আনসিনেলা** (*Uncinella*), **সিরিংগোথাইরিস লিডেক্‌কারি** (*Syringothyris lydekkeri*), **স্পিরিফার ট্রাইগোনালিস** (*Spirifer trigonalis*), **স্পিঃ ট্রায়াংগুলারিস** (*S. triangularis*), **স্পিঃ বরুণ** (*S. varuna*), **পিকেলম্যানেলা মিড্‌লমিসি** (*Paeckelmanella middlemissi*), **স্পিরিফেরাইনা** (*Spiriferina*), **ক্যামেরোফোরিয়া ডাউহাটেনসিস** (*Camarophoria dowhatensis*), **ক্যাঃ হাম্বিটোনেনসিস** (*C. humbetonensis*), **আনসিনুলাস** (*Uncinulus*), **ডায়ালেসমা লিডারেন্‌সি** (*Dialesma lidarense*), **ডাঃ হ্যাষ্টেটাম** (*D. hastetum*)।

ঝিনুক—**মডিওলা লিডারেনসিস** (*Modiola lidarensis*), **রুটোটিয়া** (*Rutotia*), **অ্যাভিকুলোপেকটেন** (*Aviculopecten*)।

শামুক—**কনুলেরিয়া পাঞ্জাবিকা** (*Conularia punjabica*)।

ট্রাইলোবাইট—**ফিলিপসিয়া** (*Phillipsia*)।

উপরোক্ত প্রাণিকুলের কয়েকটি প্রধান বৈশিষ্ট্য হইল—(১) ব্র্যাকিওপোড গণের প্রাধান্য, (৩) **প্রোটোরেটিপোরার** উপস্থিতি, (৩) **মার্জিনিফেরার** অনুপস্থিতি (ইহা জিওয়ান শ্রেণীতে উপস্থিত), (৪) **কনিটিসের** অনুপস্থিতি (ইহা সিরিংগোথাইরিস শ্রেণীতে উপস্থিত), (৫) **কনুলেরিয়া পাঞ্জাবিকা** (এই শ্রেণীর) লবণ পর্বতের নিলাওয়ান শ্রেণী হইতে প্রাপ্ত **কনুলেরিয়া টেনিষ্ট্রিয়াটার**, সদৃশ, (৬) সমগ্র প্রাণিকুলের আঞ্চলিকতা (provincial character)। প্রাণিকুলের তালিকা হইতে যথার্থ বয়স নির্ণয় করা কঠিন, ইহার সম্ভাব্য বয়স মধ্য কার্বনিফেরাস।

পাঞ্জাল অ্যাগ্লোমারেট ও স্লেট সোপান (Panjal Agglomerates & Slates)—ইহা পাঞ্জাল আগ্নেয় শিলাশ্রেণীর নিম্নাংশ। এই সোপানের সর্বনিম্ন স্তর বোধহয় ফেনেষ্টেলা সেল শ্রেণীর ঊর্ধ্ব পর্যায়ভুক্ত।

ফেনেষ্টেলা সেল শ্রেণীর সহিত এই সোপানের সম্পর্ক সংগতিপূর্ণ এবং অনেক স্থলে উহারা একই স্তরের পার্শ্বিক রূপভেদ মাত্র। প্রধানত স্লেট ও অ্যাগ্লোমারেট শিলায় এই সোপান গঠিত। সম্প্রতি একটি প্রস্তাবে বলা হইয়াছে (এফ্, আহ্মদ) যে এই স্তরটিতে হিমবাহজাত অবক্ষেপ আছে। কিন্তু কালসিদ্ধ ধারণা হইল যে, এই স্তরটি প্রধানত আগ্নেয়গিরিজাত অবক্ষেপ। এই অবক্ষেপটির মধ্যে গঠন ও উপাদানগত যথেষ্ট বৈশিষ্ট্য লক্ষ্য করা যায়। অ্যাগ্লোমারেট স্তরটির বর্ণনায় বলা হইয়াছে যে ইহা একটি কর্করীয় শিলা, গ্রেওয়াক সদৃশ মিহি জমিতে আবদ্ধ স্লেট, গ্র্যানিট ও কোয়ার্টজ ইত্যাদির খণ্ড দ্বারা এই শিলা গঠিত। এই স্তরের গভীরতা প্রায় ১৬০০ ফুটের মতো। ইহার জৈব প্রকৃতির একটি বৈশিষ্ট্য হইল সামুদ্রিক প্রাণী ও গণ্ডোয়ানা উদ্ভিদের সংমিশ্রণ। ইহার অজৈব প্রকৃতির একটি বৈশিষ্ট্য হইল আগ্নেয় উৎক্ষেপ ও সামুদ্রিক অবক্ষেপের সংমিশ্রণ। অ্যাগ্লোমারেট-স্লেট সোপানের মধ্যে দুইটি জৈবিক অঞ্চল আছে। ইহাদের জীবাশ্ম-উপাদান নিম্নে বর্ণিত হইল।

(১) নিম্নটির নাম **সিরিংগোথাইরিস লিডেক্কারির** অঞ্চল (Zone of *Syringothyris lydekkeri*)। এখানে পাওয়া গিয়াছে (এই জীবাশ্ম-স্তর ভূমি হইতে ৭৫০ ফুট ঊর্ধ্বে অবস্থিত)—**প্রোটোরেটিপোরা** (*Protoretcpora*), **ফেনেষ্টেলা** (*Fenestella*), **সিরিংগোথাইরিস লিডেক্কারি** (*Syringothyris lydekkeri*), **ক্যামেরোফোরিয়া ডাউহাটেনসিস** (*Camarophoria dowhatensis*), **পিকেলম্যানেলা মিড্ল্মিসি** (*Paeckelmanella middlemissi*), **স্পিরিফার বরুণ** (*Spirifer varuna*), **স্পিরিজারেলা পার্সোনেটা** (*Spirigerella personata*), **ডার্বিয়া ইরেগুলারিস** (*Derbyia irregularis*), **প্রোডাক্টস স্ক্যাব্রিকুলাস** (*Productus scabriculus*)।

(২) ঊর্ধ্বটির নাম **সিরিংগোথাইরিস নাগমার্গেনসিস**-এর অঞ্চল (Zone of *Syringothyris nagmargensis*)। এখানে পাওয়া গিয়াছে **ফেনেষ্টেলা** (*Fenestella*), **প্রোটোরেটিপোরা** (*Protoretepora*), **সিরিংগোথাইরিস নাগমার্গেনসিস** (*Syringothyris nagmargensis*), **নিওস্পিরিফার নিতিয়েনসিস** (*Neospirifer nitiensis*), **নিঃ ফ্যাসিগার** (*N. fasciger*), **নিঃ কিমসারি** (*N. kimsari*), **স্পিরিফ্যারেলা ষ্টোকেসি** (*Spiriferella stokesi*), **স্পিরিফেরিণা ল্যামিনোসা** (*Spiriferina laminosa*), **প্রোডাক্টস স্ক্যাব্রিকুলাস** (*Productus scabriculus*), **প্রোঃ আমডেটাস**

(*P. undatus*), **লিনোপ্রোডাক্টস লিনিয়েটাস** (*Linoproductus lineatus*), **ডায়ালেসমা** (*Dialesma*), **স্ট্রেপটোরিংকাস** (*Streptorhynchus*), **কনিটিস** (*Chonetes*), **লিমা** (*Lima*), **পিন্না** (*Pinna*), **ডেলটোপেকটেন** (*Deltopecten*)।

নাগমার্গের নিকট অ্যাগ্লোমারেট-স্লেট স্তরের উর্ধ্ব সীমা হইতে **গ্লসপটেরিস** (*Glossopteris*), **গ্যাংগামপটেরিস** (*Gangamopteris*) ও **সিগ্‌মোফাইলাম** (*Sygmophyllum*) জীবাশ্ম পাওয়া গিয়াছে। এই উদ্ভিদ-স্তরটি অবশ্য অ্যাগ্লোমারেট-স্লেট সোপান অপেক্ষা কিঞ্চিৎ নবীনতর হইতে পারে।

ব্রেন নামক স্থান হইতে অ্যাগ্লোমারেট-স্লেট স্তরে অনেক জীবাশ্ম পাওয়া গিয়াছে ; তাহাদের মধ্যে উল্লেখযোগ্য হইল **ইউরিডেসমা কর্ডেটাম** (*Eurydesma cordatum*) ও **প্লুরোটোমারিয়া নুডা** (*Pleurotomaria nuda*)। এই দুটি জীবাশ্ম লবণ পর্বতের নিলাওয়ান শ্রেণীভুক্ত কনুলেরিয়া সোপানেও বর্তমান আছে। তবে কনুলেরিয়া কাশ্মীরে বোধ হয় অনুপস্থিত।

অ্যাগ্লোমারেট-স্লেট স্তরের প্রকৃত বয়স নির্ধারণ করা কঠিন। ব্র্যাকিওপোড প্রাণিকুলের সাধারণ সাদৃশ্য ও যোগসূত্র বিচার করিয়া ইহাকে পূর্বে উর্ধ্ব কার্বনিফেরাস বলিয়া স্থির করা হইয়াছিল। কিন্তু **ইউরিডেসমা-প্লুরোটোমারিয়া** সংশ্লিষ্ট প্রাণিকুলের ভিত্তিতে ইহাকে এখন উর্ধ্ব কার্বনিফেরাস হইতে ভৌম পার্মিয়ান (basal Permian) বলিয়া গণ্য করাই সমীচীন হইবে।

পাঞ্জাল লাভা (*Panjal Lava*) **স্তর**—ইহা অ্যাগ্লোমারেট সোপানের উপর সংগতিপূর্ণ ভাবে অবস্থিত। পাঞ্জাল আগ্নেয় শিলাশ্রেণীর ইহা দ্বিতীয় বা উর্ধ্ব স্তর। প্রায় ৮০০০ ফুট গভীর বেসল্ট-অ্যাণ্ডেসাইট লাভায় এই শিলাস্তর গঠিত। ইহার সহিত কিছু উদ্‌বেধী সিল এবং ডাইকও আছে। অসংখ্য একক লাভাস্তরের সমন্বয়ে সমগ্র লাভাস্তরটি গঠিত। এক-একটি উদ্‌গারের গভীরতা কয়েক ইঞ্চি হইতে প্রায় ২০ ফুট পর্যন্ত হইতে পারে। এই লাভা দেহের মধ্যে কোন কোন স্থানে সামুদ্রিক অন্তঃস্তর (পার্মিয়ান ও ট্রায়াসিক যুগের) দেখা যায়। পাঞ্জাল লাভার যথার্থ স্তরীয় অবস্থান এবং ভূতত্ত্বীয় বয়স নির্ধারণ করা বেশ কঠিন। কার্বনিফেরাস-পার্মিয়ান যুগের বহু স্তরকে ইহা তির্যকভাবে অতিক্রম করিয়া প্রাবৃত করিয়াছে। কাশ্মীরের বিভিন্ন স্থানে ইহার বিভিন্ন বয়ঃসীমা দেখিতে পাওয়া যায়। সকল তথ্যপ্রমাণ বিবেচনা করিয়া বলা হইয়াছে যে পাঞ্জাল অগ্ন্যুদ্‌গিরণ উর্ধ্ব কার্বনিফেরাস যুগে সুরু হইয়াছিল এবং পার্মিয়ান যুগেও বিস্তীর্ণ এলাকাকে লাভা-প্লাবিত

করিয়াছিল ; কাশ্মীরের কোন কোন অংশে ট্রায়াসিক যুগেও ইহার শেষ পর্যায় লক্ষ্য করা যায়। কাশ্মীরের পীর পাঞ্জাল পর্বতশ্রেণী হইতে এই লাভাস্তরের নামকরণ হইয়াছে, ঐ পর্বত প্রধানত এই লাভায় গঠিত।

গ্যাংগামপটেরিস শ্রেণী (Gangamopteris Series)—পাঞ্জাল আগ্নেয় শিলাশ্রেণীর পরবর্তী স্তরীয় পর্যায় হইল গ্যাংগামপটেরিস শ্রেণী। ইহা একটি বিষমগভীর শিলাস্তর। ইহার প্রধান বৈশিষ্ট্য হইল **গ্লসপটেরিস, গ্যাংগামপটেরিস** ইত্যাদি নিম্ন গণ্ডোয়ানা উদ্ভিদের অন্তর্ভুক্তি ; উদ্ভিদের নামানুসারে ইহার নামকরণ হইয়াছে। পাঞ্জাল আগ্নেয় স্তরের সহিত ইহার স্তরীয় সম্পর্কের কোন সমতা নাই। গোলাবগড় বা খুন্‌মু অঞ্চলে গ্যাংগামপটেরিস শ্রেণী আগ্নেয় শ্রেণীর উপর সংগত ভাবে আরোহণ করিয়াছে। নাগমার্গ বা ব্রেন অঞ্চলে গ্যাংগামপটেরিস শ্রেণীর অবস্থান আগ্নেয় শ্রেণীর নীচে। আবার অনেক স্থলে উহারা পরস্পর আন্তঃস্তরায়িত। যে সকল স্থানে গ্যাংগামপটেরিস শ্রেণীর উদ্‌ভেদ উত্তমরূপে প্রত্যক্ষ করা যায় সেগুলি হইল—বানিহাল, গোলাবগড়, গুলমার্গ, শ্রীনগরের অদূরে ব্রেন, উলারের তীরে নাগমার্গ, মারাহোম এবং বিজবিয়ারা, ভিহি জেলার অন্তর্গত রাইসিন এবং জিওয়ান। শেষোক্ত স্থান দুইটির স্তরচ্ছেদ বিশেষ গুরুত্বপূর্ণ কারণ এখানে জীবাশ্ম-বাহী জিওয়ান শ্রেণীর অন্তঃস্তরে গ্যাংগামপটেরিস শ্রেণীর সংগতিপূর্ণ অবস্থান দেখিতে পাওয়া যায়। ইহা প্রাচীনতা নির্ণয়ে সাহায্য করিয়াছে। **গ্যাংগামপটেরিস** শ্রেণী প্রধানত চার্ট, সিলিকাময় সেল, অঙ্গারময় সেল, কোয়ার্টজাইট ইত্যাদি শিলায় গঠিত, ইহাদের মধ্যে আগ্নেয়গিরি হইতে উৎক্ষিপ্ত অনেক শিলাখণ্ড দেখিতে পাওয়া যায়।* গোলাবগড় হইতে এই শ্রেণীর একটি আদর্শ স্তরচ্ছেদ (stratigraphic section) নিম্নে বর্ণিত হইল। এই শ্রেণীর গভীরতা কয়েক ফুট হইতে কয়েক শত ফুট হইতে পারে।

জিওয়ান শ্রেণী

—সংগতি—

গ্যাংগামপটেরিস শ্রেণী	(৪) মৃন্ময় বেলেপাথর, ঊর্ধ্বাংশ চুনাময়	(২৩০′)
	(৩) শক্ত, কৃষ্ণবর্ণের সেল (বেলেপাথর মিশ্রিত) ; উদ্ভিদ জীবাশ্ম-যুক্ত	(৪০০′)
	(২) প্রায় হলুদ সিলিকাময় ও অঙ্গারময় সেল	(১৮০′)
	(১) ভৌম কংগ্লোমারেট	(৬′)

—সংগতি—

পাঞ্জাল লাভাস্তর

* গ্যাংগামপটেরিস শ্রেণীতে একটি চার্ট জাতীয় শিলা পাওয়া যায়, উহার নাম নোভাকুলাইট (novaculite) ; ইহা সিলিকার দ্বারা প্রতিস্থাপিত চুনাপাথর।

জীবাশ্ম-তালিকা :—

উদ্ভিদ—**গ্যাংগামপটেরিস কাশ্মীরিয়েনসিস** (*Gangamopteris kashmiriensis*), **গ্লসপটেরিস ইণ্ডিকা** (*Glossopteris indica*), **ভার্টিব্রেরিয়া ইণ্ডিকা** (*Vertebraria indica*), **কর্ডেটিস হিসলোপি** (*Cordaites hislopi*), **সিগমোফাইলাম হল্যাণ্ডি** (*Psygmophyllum hollandi*), **সিঃ হেডেনি** (*P. haydeni*), **ক্যালিপ্‌টেরিডিয়াম** (*Callipteridium*), **অ্যালিথপটেরিস** (*Alethopteris*)।

উভচর—**আর্কিগোসরাস অর্নেটাস** (*Archaegosaurus ornatus*), **অ্যাক্টিনোডন রাইসিনেনসিস** (*Actinodon risinensis*)।

মৎস্য—**অ্যাম্ব্লিপ্‌টেরাস কাশ্মীরিয়েনসিস** (*Amblypterus kashmiriensis*), **অ্যাঃ সিমেট্রিকাস** (*A. symmetricus*), **লিসিপটেরিডিয়াম ডিটেরাই** (*Lysipteridium deterrai*)।

গ্যাংগামপটেরিস শ্রেণীর উদ্ভিদকুল এবং প্রাণিকুল সংক্ষিপ্ত, কিন্তু গুরুত্বপূর্ণ। উদ্ভিদকুল ভারতীয় উপদ্বীপের তালচির এবং কারহারবারি স্তর সংঘের সমকালীনতা নির্দেশ করে। মেরুদণ্ডীকুল নিম্ন পার্মিয়ানের নির্দেশক। **ক্যালিপটেরিডিয়াম** উদ্ভিদটি পার্মিয়ান ইউরোপীয় উদ্ভিদ **ক্যালিপটেরিস কনফার্টার** সদৃশ। সামগ্রিকভাবে সমস্ত জীবাশ্ম মিলিয়া নিম্ন পার্মিয়ান বয়স নির্দেশ করে। ইহা নিম্ন গণ্ডোয়ানার তালচির-কারহারবারি স্তরের সহিত সমসাময়িক।

জিওয়ান শ্রেণী (Zewan Series)—ইহা প্রায় ৮০০ ফুট গভীর, গ্যাংগামপটেরিস শ্রেণীর উপর বিন্যস্ত। ভিহি জেলার জিওয়ান গ্রাম হইতে ইহার নাম হইয়াছে। কাশ্মীরের অন্যান্য স্থানেও, যেমন সিন্ধু ও লিডার উপত্যকায়, ইহার উদ্‌ভেদ দেখিতে পাওয়া যায়। এই শ্রেণীর মধ্যে দুইটি সোপান। নিম্ন সোপানের নাম জিওয়ান সোপান। ইহা প্রধানত চুনাপাথরে গঠিত, গভীরতা প্রায় ৪৫০ ফুট। ইহাকে স্পিটির ক্যালকেরিয়াস বেলেপাথরের সহিত সমকালীন বলিয়া গণ্য করা হয়। ইহার মধ্যে দুইটি জৈবিক অঞ্চল আছে, তলারটি ব্র্যাকিওপোড-প্রধান এবং উপরেরটি ব্রায়োজোয়া-প্রধান। জিওয়ান শ্রেণীর উর্ধ্ব সোপানটির নাম প্রোডাক্টস সেল সোপান, ইহাকে স্পিটির প্রোডাক্টস সেল শ্রেণীর সহিত সমকালীন বলিয়া গণ্য করা হয়। এই সোপানটি প্রায় ৩৫০ ফুট গভীর, প্রধানত সেল ও কিছু চুনাপাথরে গঠিত। ইহার মধ্যে চারিটি জৈবিক অঞ্চল দেখা যায়। উর্ধ্বক্রমে ইহারা হইল (১) **প্রোডাক্টস ইণ্ডিকাসের** প্রাধান্যের অঞ্চল, (২) **মার্জিনিফেরা**

হিমালয়েনসিস-এর প্রাধান্যের অঞ্চল, (৩) **স্পিরিফার রাজার** প্রাধান্যের অঞ্চল এবং (৪) ঝিনুক ও অ্যামোনয়েডদের (**জেনাস্পিস**) প্রাধান্যের অঞ্চল। কাশ্মীরের কোলাহয় পর্বতশৃঙ্গে জিওয়ান শ্রেণী উর্ধ্ব অভিমুখে ক্রমশ নিম্ন ট্রায়াসিক উপযুগের অটোসিরাস বাহী বিম্বক (nodular) চুনাপাথর স্তরের সহিত মিশিয়া গিয়াছে। যেমন স্পিটি এবং লবণ পর্বতে, তেমনি এখানেও, পার্মিয়ান ও ট্রায়াসিকের মধ্যে কোন গাঠনিক অসংগতি লক্ষ্য করা যায় না। অবশ্য জৈবিক অসংগতি সুস্পষ্ট। জিওয়ান শ্রেণী স্পিটির কিউলিং গোষ্ঠীর এবং লবণ পর্বতের মধ্য ও উর্ধ্ব প্রোডাক্টস চুনাপাথরের সমসাময়িক।

জিওয়ান শ্রেণীর জীবাশ্ম-তালিকা :

ব্র্যাকিওপোড—**প্রোডাক্টস কোরা** (*Productus cora*), **প্রোঃ ইণ্ডিকাস** (*P. indicus*) ও অন্যান্য অনেক জাতি, **মার্জিনিফেরা হিমালয়েনসিস** (*Marginifera himalayensis*), **মাঃ ভিহিয়ানা** (*M. vihiana*) ও অন্যান্য জাতি, **স্পিরিফার রাজা** (*Spirifer rajah*) ও অন্যান্য জাতি, **নিওস্পিরিফার মুসাখয়লেনসিস** (*Neospirifer musakhaylensis*), **ক্যামেরোফোরিয়া** (*Camarophoria*), **স্পিরিজারেলা** (*Spirigerella*), **হেমিপটাইকিনা** (*Hemiptychina*), **স্পিরিফেরিণা** (*Spiriferina*), **লিটোনিয়া** (*Lyttonia*), **ডায়ালেসমা** (*Dialesma*), **কনিটিস লিসারেনসিস** (*Chonetes lissarensis*) এবং অন্যান্য জাতি, **অ্যাথাইরিস রয়সিআই** (*Athyris roysii*), **অ্যাঃ জেরার্ডি** (*A. gerardi*) ইত্যাদি।

ঝিনুক—**অ্যাভিকুলোপেকটেন** (*Aviculopecten*), **সিউডোমনোটিস** (*Pseudomonotis*), **সাইজোডাস** (*Schizodus*) ইত্যাদি।

সেফালোপোড—**জেনাস্পিস কার্বনেরিয়া** (*Xenaspis carbonaria*), পোপানোসিরাস (*Popanoceras*)।

ব্রায়োজোয়া—**প্রোটোরেটিপোরা অ্যাম্প্লা** (*Protoretepora ampla*), **ফেনেস্টেলা** অ্যাফ্ **ফস্যুলা** (*Fenestella* aff. *fossula*)।

প্রবাল—**জ্যাফ্রেন্টিস** (*Zaphrentis*), **অ্যামপ্লেক্সাস** (*Amplexus*)।

5.5 হিমালয়ের অন্যান্য উর্ধ্ব পুরাজীবীয় অঞ্চল
(upper Palaeozoics from other parts of the Himalaya)

উপরোক্ত তিনটি অঞ্চলে উর্ধ্ব পুরাজীবীয় স্তরের যেরূপ আদর্শ অনুক্রম বর্ণিত হইয়াছে সেরূপ না হইলেও, হিমালয়ের অন্যান্য বহু স্থানে উর্ধ্ব

পুরাজীবীয় উদ্‌ভেদ দেখিতে পাওয়া যায়। উত্তর কুমায়ুন হিমালয়ে তিব্বত সীমান্তের নিকট একটি অস্বাভাবিক ধরণের অবক্ষেপ (?) দেখা যায়, উহাতে বড় হইতে বিভিন্ন আকারের বিদেশীয় শিলাখণ্ডের প্রাধান্য (exotic blocks)। ইহার বয়স নব পুরাজীবীয় হইতে মধ্যজীবীয় বলিয়া মনে হয়। নেপাল হিমালয়ে এভারেষ্ট শৃঙ্গে উর্ধ্ব পুরাজীবীয় যুগের এভারেষ্ট চুনাপাথর (কার্বনিফেরাস), লাচি শ্রেণী (পার্মিয়ান) ইত্যাদি স্তর দেখা যায়। পূর্ব হিমালয়ে সিকিম ও নেফা অঞ্চল হইতে **ইউরিডেসমা-কনুলেরিয়া** বাহী নব পুরাজীবীয় স্তর বর্ণিত হইয়াছে। ভারতীয় উপদ্বীপের কেন্দ্রে মধ্যপ্রদেশের অন্তর্গত উমারিয়া কয়লাখনি অঞ্চলেও এই সামুদ্রিক স্তরের ছোটখাটো উদ্‌ভেদ পাওয়া গিয়াছে।

দক্ষিণ বা নিম্ন হিমালয় বলয়ের বিস্তীর্ণ এলাকায় উর্ধ্ব পুরাজীবীয় কালের সামুদ্রিক (?) অজৈবিক অবক্ষেপ পাওয়া গিয়াছে। অবশ্য ইহাদের ভূতত্ত্বীয় বয়স এবং উৎপত্তি এখনও বিতর্কিত। সিমলা অঞ্চল হইতে বর্ণিত নিম্নলিখিত অনুক্রম হইতে এই অজৈবিক স্তরগুলির কিছুটা ধারণা করা যাইতে পারে—

তাল শ্রেণী (Tal Series)·········জুরাসিক
ক্রল শ্রেণী (Krol Series)·········পার্মিয়ান হইতে ট্রায়াসিক
(অন্তর্বর্তী স্তর, passage beds)
ব্লেনি শ্রেণী (Blaini Series)·········কার্বনিফেরাস

অন্তঃক্রল সোপান (Infra-Krol)—গণ্ডশিলা ও চুনাপাথর
ব্লেনি সোপান—গণ্ডশিলা ও স্লেট

—অসংগতি—

সিমলা স্লেট ও জন্‌সর শ্রেণী·········নব প্রাক্‌কেম্ব্রিয়ান হইতে নিম্ন পুরাজীবীয় (?)
(Simla Slates & Jaunsar Series)

এখানে ব্লেনি শ্রেণী একটি বিতর্কিত স্তর। বৈলুর (Boileu) মতে ব্লেনি শ্রেণীর ভূতত্ত্বীয় বয়স কেম্ব্রিয়ানের কাছাকাছি। তিনি মনে করেন ব্লেনি গণ্ডশিলাস্তর বা কংগ্লোমারেট স্তরটি, বিন্ধ্য স্তরের সহিত সংশ্লিষ্ট প্রাক্‌কেম্ব্রিয়ান-কেম্ব্রিয়ান সীমারেখায় বিন্যস্ত যে হিমবাহজাত গণ্ডশিলাস্তর উপদ্বীপে রহিয়াছে, তাহার সহিত সমসাময়িক। পশ্চিম কাশ্মীর এবং হাজারা অঞ্চলে জন্‌সর শ্রেণীর সমতুল্য একটি স্তরশ্রেণী দেখা যায়, তাহার নাম টানেওয়াল শ্রেণী। ইহার উপর পাওয়া যায় টানাক্কি কংগ্লোমারেট, যাহা সম্ভবত ব্লেনি গণ্ডশিলা স্তরের সহিত তুলনীয়। ইহার উপরে আছে ইন্‌ফ্রা-ট্রায়াস চুনাপাথর

শ্রেণী (Infra-Trias Limestone Series) ও তাহার উপরে ট্রায়াসিক স্তর পাওয়া গিয়াছে। ইনফ্রা-ট্রায়াস শ্রেণীর সমসাময়িক হইল কাশ্মীরের আর-একটি অজৈবিক শ্রেণী, তাহার নাম গ্রেট চুনাপাথর শ্রেণী (Great Limestones)। ইহারা উভয়েই সম্ভবত ক্রল শ্রেণীর সমসাময়িক।

5·6 ভারতীয় অঞ্চলে ঊর্ধ্ব পুরাজীবীয় কালের ভূতত্ত্বীয় ইতিহাস (geological history of the Indian region in upper Palaeozoic)

ঊর্ধ্ব পুরাজীবীয় কালের দীর্ঘ পরিসরের মধ্যে ভারতীয় অঞ্চলের ভূতত্ত্বীয় ইতিহাসে যে বৈচিত্র্যময় বিবর্তন ঘটিয়াছিল তাহার বিবরণ যেমন জটিল, তেমনই দীর্ঘ। এ বিষয় লইয়া বহু লেখক ইতিপূর্বে বিস্তারিত আলোচনা করিয়াছেন যেমন, রীড (১৯১০), গ্র্যাবো (১৯২৩-২৪), ফক্স (১৯৩১), সাহানি (১৯৪১), প্যাস্কো (১৯৫৯), কৃষ্ণন ও স্বামিনাথ (১৯৬০), আহ্‌মদ (১৯৬১) ইত্যাদি। বর্তমান প্রসঙ্গে এই পর্যায়ের কেবল প্রধান প্রধান ঘটনাগুলির সংক্ষিপ্ত উল্লেখ করা যাইতে পারে।

প্রথমেই বলা আবশ্যক ভারতীয় অঞ্চল বলিতে দুইটি পৃথক্ অঞ্চল কল্পনা করিতে হইবে—একটি ভারতীয় স্থলভাগ (যাহা বর্তমানে উপদ্বীপ ভারত বা Indian shield), অপরটি টেথিস-হিমালয়ের সামুদ্রিক অঞ্চল (যাহা বর্তমানে তিব্বতীয় হিমালয় বা উত্তর হিমালয়)। এই অঞ্চল দুইটি সম্ভবত সংলগ্ন ছিল। অবশ্য কেহ কেহ উহাদের মধ্যে বিরাট ব্যবধান কল্পনা করেন। উত্তরের টেথিস-হিমালয় বলয়ে ঊর্ধ্ব পুরাজীবীয় ইতিহাসের প্রথম অধ্যায় হইল অজৈবিক মুথ্ কোয়ার্টজাইট। ইহার সমসাময়িক সামুদ্রিক কোন স্তর নাই। তাই ভারতীয় অঞ্চলে টেথিস মহাসমুদ্রের ডেভোনিয়ান ইতিহাস অনেকটা অজ্ঞাত। কারণ, মুথ্ কোয়ার্টজাইটকে বলা হইয়াছে উপকূলবর্তী অপক্ষেপ। অবশ্য মুথ্ কোয়ার্টজাইটের উপরে ডেভোনিয়ান জীবাশ্ম-যুক্ত চুনাপাথরের স্তর উত্তর স্পিটি ও সংলগ্ন অঞ্চলে পাওয়া গিয়াছে এবং, সম্প্রতি ভূটানেও (টং চু শ্রেণী) ডেভোনিয়ান স্তর পাওয়া গিয়াছে। ইহারা ডেভোনিয়ান সমুদ্রের সাক্ষ্য বহন করিতেছে। ভারতের পার্শ্ববর্তী অঞ্চল বর্মায় জীবাশ্মময় সামুদ্রিক ডেভোনিয়ান-স্তর ঐ অঞ্চলে ডেভোনিয়ান সমুদ্রের উপস্থিতির নিদর্শন। দক্ষিণের ভারতীয় উপদ্বীপে ডেভোনিয়ান যুগে কোন অবক্ষেপণ হয় নাই। তবে কেহ কেহ অনুমান করেন যে বিন্ধ্য সাগর নিম্ন পুরাজীবীয় কালের সীমা উত্তীর্ণ হইয়া ডেভোনিয়ান বা পরবর্তী কালেও বিরাজ করিয়াছিল।

কার্বনিফেরাস যুগের সুরুতে আমরা উত্তরে (টেথিস বলয়ে) পাই

সিরিংগোথাইরিস প্রাণিকুলযুক্ত সামুদ্রিক চুনাপাথর অবক্ষেপ। ইহা কাশ্মীর হইতে স্পিটি পর্যন্ত নিম্ন কার্বনিফেরাস উপযুগে এক সামুদ্রিক উচ্ছ্বাস নির্দেশ করে (marine transgression)। অবশ্য এই সমুদ্রজাত অবক্ষেপ খুব গভীর অববাহিকা ইঙ্গিত করে না। পূর্বদিকে সিরিংগোথাইরিস সাগর কতখানি বিস্তৃত ছিল তাহা বলা শক্ত। নিম্ন কার্বনিফেরাস যুগের সিরিংগোথাইরিস স্তরের উপরে পাওয়া যায় ফেনেস্টেলা স্তর—কাশ্মীরের ফেনেস্টেলা সেল শ্রেণী এবং স্পিটির পো শ্রেণী। **ফেনেস্টেলা** প্রাণিকুল নিশ্চিতভাবে কোন বয়স নির্দেশ করে না কারণ, ইহার মধ্যে প্রবল আঞ্চলিক বৈশিষ্ট্য রহিয়াছে। যাহা হউক, ইহার সাধারণ প্রকৃতি ও আনুষঙ্গিক তথ্যপ্রমাণ হইতে ফেনেস্টেলা স্তরকে মধ্য কার্বনিফেরাস উপযুগের অবক্ষেপ বলিয়া বর্ণনা করা হইয়াছে। ইহার পরবর্তী পর্যায় অর্থাৎ ঊর্ধ্ব কার্বনিফেরাসের ইতিহাস নানাপ্রকার ঘটনার সমাবেশে সমৃদ্ধ। একদিকে সামুদ্রিক সংকোচন (টেথিস-হিমালয়ে), অন্যদিকে হিমক্রিয়া (লবণ পর্বত, নিম্ন হিমালয় এবং উপদ্বীপ ভারতে) এবং সেইসঙ্গে প্রবল অগ্ন্যুৎপাত (কাশ্মীরে)।

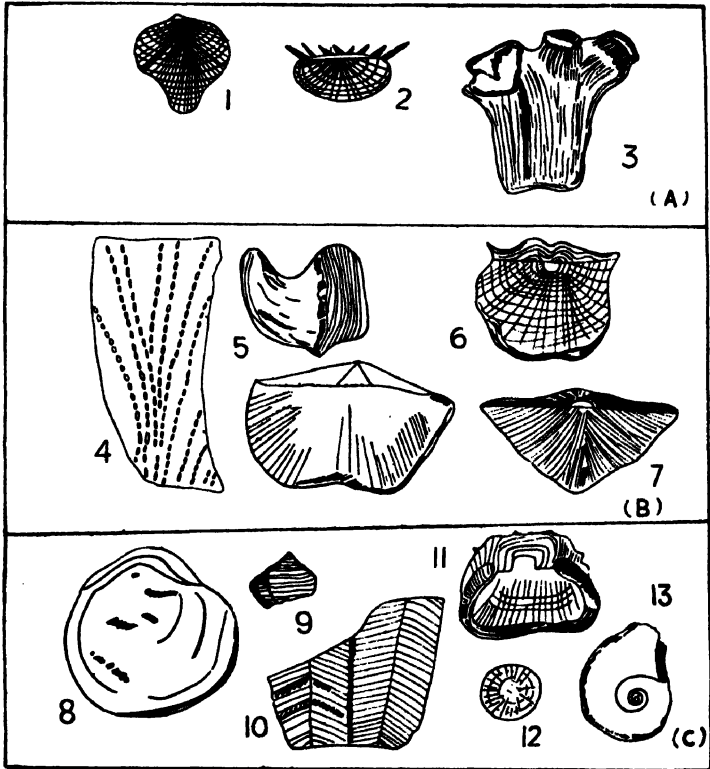
ভারতের ভূতত্ত্বীয় ইতিহাসে ঊর্ধ্ব কার্বনিফেরাস উপযুগ একটি বিশিষ্ট স্থানের অধিকারী। এই সময়ে বিস্তীর্ণ ভূ-সংক্ষোভের ফলে ভারতীয় অঞ্চলের সর্বত্র যে স্তরীয় অসংগতি বা বিরতি সৃষ্টি হয় তাহার ভিত্তিতে টমাস হল্যাণ্ড ভারতীয় স্তরবিভাগ রচনা করিয়াছেন। ঊর্ধ্ব কার্বনিফেরাস হইল দ্রাবিড় অধিকল্প এবং আর্য অধিকল্পের সন্ধিক্ষণ। স্পিটি ও সংলগ্ন হিমালয়ে এই ঊর্ধ্ব কার্বনিফেরাস অসংগতি একটি গ্রীট-কংগ্লোমারেট স্তর দ্বারা চিহ্নিত। অর্থাৎ ঊর্ধ্ব কার্বনিফেরাস যুগে স্পিটি হইতেও সমুদ্র সরিয়া যায়। সম্ভবত এই সামুদ্রিক সংকোচন সমগ্র হিমালয় অঞ্চলকেই সাময়িকভাবে স্থলরূপ দান করিয়াছিল। কিন্তু শীঘ্রই পার্মিয়ান যুগের সুরুতে প্রবল সামুদ্রিক উচ্ছ্বাস সমগ্র হিমালয় অঞ্চলকে প্লাবিত করে। তাহার শ্রেষ্ঠ প্রমাণ হইল ভৌম পার্মিয়ান বয়সের **ইউরিডেসমা-কমুলেরিয়া-প্লুরোটোমারিয়া** প্রাণিকুল, যাহা পশ্চিমে লবণ পর্বত)ও কাশ্মীর হইতে স্পিটি ও হিমালয়ের মধ্য দিয়া সিকিম প্রান্ত পর্যন্ত বিস্তৃত। এই সামুদ্রিক উচ্ছ্বাসের ফলে লবণ পর্বত ও পশ্চিম কাশ্মীর যাহা ঊর্ধ্ব পুরাজীবীয়ের প্রথম ভাগে স্থলরূপে বিরাজমান ছিল, তাহাও সমুদ্র কবলিত হয়। পার্মিয়ান যুগের স্তরক্রমকে উপরের দিকে অনুসরণ করিলে ক্রমাগত গভীরতর সমুদ্রের অবক্ষেপ পাওয়া যায় যেমন, ঊর্ধ্ব পার্মিয়ানে প্রোডাক্টস চুনাপাথর এবং প্রোডাক্টস সেলের গভীর-সমুদ্র-অবক্ষেপ এবং তৎপরবর্তী কালের ট্রায়াসিক ও জুরাসিক গোষ্ঠীর শত শত ফুট গভীর সেফালোপোড-বাহী বিশুদ্ধ সামুদ্রিক চুনাপাথর। ইহা হইতে প্রতীয়মান হয়

যে প্রাক্-পার্মিয়ান কালের অপুষ্ট এবং ক্ষীণকায় টেথিস-সমুদ্র কোন ভূশক্তির প্রভাবে পার্মিয়ান যুগে যৌবনে পদার্পণ করে এবং পরবর্তী মধ্যজীবীয় কালে ইহা পূর্ণ যৌবন (মহাখাত রূপ) লাভ করে। পার্মিয়ান যুগের সুপুষ্ট টেথিস-মহাসমুদ্র পূর্বে চীন হইতে (অথবা বর্মা হইতে) তিব্বত, হিমালয়, কাশ্মীর, বেলুচিস্তান, আফগানিস্থান, এসিয়া মাইনর, ইরাণ ও দক্ষিণ ইউরোপের মধ্য দিয়া স্পেন পর্যন্ত বিস্তৃত ছিল বলিয়া বিশ্বাস করা হয়। কারণ, এই সমস্ত স্থানেই টেথিসের অবক্ষেপ পাওয়া গিয়াছে। এই বিরাট অর্ধ-বিশ্বব্যাপী মহাসমুদ্রের কেবলমাত্র পশ্চিমাংশ বর্তমান ভূমধ্যসাগরের মধ্যে প্রচ্ছন্ন রহিয়াছে। ইহার অধিকাংশই ক্রীটেশাস যুগে বিলুপ্ত হইয়া হিমালয় ও অন্যান্য বিখ্যাত পর্বতশ্রেণীর সৃষ্টি করিয়াছে। অর্থাৎ এখন যেখানে উত্তুঙ্গ হিমালয় পর্বত-শ্রেণী রহিয়াছে উর্ধ্বপুরাজীবীয় কালের শেষে সেখানে সম্ভবত বিস্তীর্ণ সমুদ্র বিরাজ করিতেছিল।

কাশ্মীর উপত্যকা অবশ্যই টেথিস-সমুদ্রের অন্তর্ভুক্ত ছিল কিন্তু এই অঞ্চলে উর্ধ্ব কার্বনিফেরাস উপযুগের উল্লিখিত অগ্ন্যুৎপাত ক্রমেই বিস্তৃতি লাভ করে এবং হাজার হাজার ফুট ক্ষারীয় লাভাস্তরে (পাঞ্জাল লাভা) কাশ্মীর উপত্যকার সুবিস্তৃত অঞ্চল আবৃত করিয়া ফেলে। ভারতীয় অঞ্চলের পার্মিয়ানকালীন ভূ-বিন্যাসে কাশ্মীর অঞ্চলের একটি গুরুত্ব রহিয়াছে। ইহার কারণ হইল কাশ্মীরের গ্যাংগামপটেরিস শ্রেণীর মধ্যে গণ্ডোয়ানা উদ্ভিদের সহিত ইউরোপীয় উদ্ভিদের (**সিগমোফাইলাম**) সংমিশ্রণ। টেথিস-মহাসমুদ্র এই সময় ইহার দক্ষিণে অবস্থিত বিশাল গণ্ডোয়ানা মহাদেশকে, ইহার উত্তরকূলে অবস্থিত আংগারা মহাদেশ হইতে বিভক্ত করিয়াছিল (?)। যাহা হউক, কাশ্মীরের যে গুরুত্বের কথা উল্লেখ করা হইয়াছে তাহা হইল টেথিসের বক্ষে কাশ্মীর অঞ্চলে একটি সম্ভাব্য সেতুর প্রকল্প। গণ্ডোয়ানা হইতে আংগারা মহাদেশ পর্যন্ত কোন এক ধরণের স্থলসংযোগ এইজন্য কল্পনা করা হয় যে ইহা না থাকিলে উত্তর গোলার্ধের উদ্ভিদের কাশ্মীরে গণ্ডোয়ানা উদ্ভিদের সহিত সংমিশ্রণ প্রায় অসম্ভব। এই পর্যায়ের আর একটি গুরুত্বপূর্ণ অঞ্চল মধ্য ভারতের উমারিয়া। ইহার আশেপাশে একটি পাতলা (মাত্র ১০ ফুট গভীর) **ইউরিডেসমা-কনুলেরিয়া-প্রুরোটোমারিয়া** যুক্ত সামুদ্রিক চুনাপাথর স্তর পাওয়া গিয়াছে। উহার সহিত সংশ্লিষ্ট কতকগুলি বিশেষ ফোরামিনিফার জীবাশ্ম হইতে প্রমাণিত হইয়াছে যে উমারিয়া সমুদ্র অগভীর ছিল। আধুনিক পণ্ডিতেরা অনুমান করেন যে গণ্ডোয়ানা মহাদেশভুক্ত উপদ্বীপ (ভারত) ভূখণ্ডে ভৌম পার্মিয়ান কালে কোন ফাটল উৎপন্ন হওয়ায় সাময়িকভাবে সমুদ্রের একটি বাহু মধ্য ভারতের ভিতর প্রবেশ করিয়াছিল।

দক্ষিণ বা উপদ্বীপ ভারতের অভ্যন্তরে উপরোক্ত উমারিয়া স্তর ব্যতীত

আর কোন নিশ্চিত রূপে প্রমাণিত ঊর্ধ্ব পুরাজীবীয় সামুদ্রিক স্তর নাই। এই সময়ে সমগ্র ভারতীয় উপদ্বীপ গণ্ডোয়ানা মহাদেশ নামক দক্ষিণ গোলার্ধস্থ একটি বিরাট ভূখণ্ডের অন্তর্ভুক্ত ছিল। এখন যেখানে বঙ্গোপসাগর ও আরব সাগর, ঊর্ধ্ব পুরাজীবীয় কালে সেখানে কোন সাগর ছিল না, সেখানে ছিল গণ্ডোয়ানা মহাদেশের বিস্তৃতি। এই গণ্ডোয়ানা ভূখণ্ডের মাধ্যমে উপদ্বীপ ভারত—অস্ট্রেলিয়া, মাদাগাস্কার, দক্ষিণ আফ্রিকা, দক্ষিণ আমেরিকা, অ্যাণ্টার্টিকা ইত্যাদি মহাদেশের সহিত সংযুক্ত ছিল। ইহার প্রমাণ হইল উল্লিখিত সমস্ত স্থান হইতেই পার্মিয়ান যুগের ও তৎপরবর্তী কালের বিশিষ্ট প্রকৃতির সমজাতীয় অবক্ষেপ, উদ্ভিদকুল (**গ্লসপটেরিস-গ্যাংগামপটেরিস**) এবং মেরুদণ্ডী প্রাণিকুল আবিষ্কৃত হইয়াছে। এই স্থলসংযোগ মধ্যজীবীয় কালের প্রায় শেষ পর্যন্ত বর্তমান ছিল। ক্রীটেশাস যুগে ভূসংক্ষোভের ফলে গণ্ডোয়ানা মহাদেশের সম্পূর্ণ ভাংগন ঘটে। অবশ্য এই ভাংগন বোধ হয় সুরু হয় পার্মিয়ান যুগেই। বর্তমানে এই অঞ্চলের অর্থাৎ উপদ্বীপ ভারতের কেবলমাত্র ঊর্ধ্ব পুরাজীবীয় ইতিহাসের কথা উল্লেখ করাই প্রাসঙ্গিক হইবে। নিম্ন পুরাজীবীয় কালের বিন্ধ্য সাগর ঊর্ধ্ব পুরাজীবীয় সময়ে বর্তমান ছিল কিনা সে বিষয়ে মতদ্বৈধ আছে। যাহা হউক, বিশেষ কোন ঊর্ধ্ব পুরাজীবীয় সামুদ্রিক স্তর উপদ্বীপের মধ্যে নাই। লবণ পর্বতের পার্মিয়ান স্তর এবং নিম্ন হিমালয়ের কোন কোন স্তরকে (যেমন ব্লেনি, ইনফ্রা-ক্রল) উপদ্বীপ ভূখণ্ডের উত্তর উপকূলবর্তী সামুদ্রিক অবক্ষেপ বলিয়া বিবেচনা করা যাইতে পারে। উপদ্বীপের অভ্যন্তরে ঊর্ধ্ব পুরাজীবীয় অবক্ষেপ বলিতে কতকগুলি সীমিত বলয়ের নদীজাত মহাদেশীয় অবক্ষেপকে (নিম্ন গণ্ডোয়ানা স্তর) বুঝায়। ইহার ভূমিতেই পাওয়া যায় হিমক্রিয়াজাত গণ্ডশিলা স্তর। এই স্তরের ভূবিস্তৃতি হইতে প্রমাণ হয় যে ঊর্ধ্ব কার্বনিফেরাস কালের শেষে উপদ্বীপ ভারতে হিমবাহের ব্যাপক অভিযান ঘটিয়াছিল। লবণ পর্বত, সিমলা, নিম্ন হিমালয়, মধ্য ভারত, পূর্ব ভারত কিছুই ইহার নাগালের বাহিরে ছিল না। সম্ভবত দুইটি উৎস হইতে এই হিমবাহ অভিযান গতিলাভ করে ; একটি রাজস্থানের আরাবল্লী পর্বত, অপরটি দক্ষিণ ভারতের পূর্বঘাট পর্বত। উত্তরের টেথিস-হিমালয়ে এই হিমক্রিয়ার বিশেষ কোন চিহ্ন নাই। ইহার অব্যবহিত পরেই পার্মিয়ান যুগের সূচনাতে আরম্ভ হয় গণ্ডোয়ানা স্তরের অবক্ষেপণ। ভারতীয় উপদ্বীপে ঊর্ধ্ব কার্বনিফেরাস (বা ভৌম পার্মিয়ান) যুগের ভূসংক্ষোভের ফলে কতকগুলি গ্রস্ত (faulted) উপত্যকার সৃষ্টি হয় এবং উহাদের মধ্যে নদীজাত ও হ্রদজাত অবক্ষেপ অববাহিকা বক্ষের ক্রমাগত অবনমনের ফলে বিরাট গভীরতা লাভ করে। সমগ্র পার্মিয়ান যুগের স্থলজ উদ্ভিদকুল ও মহাদেশীয় অবক্ষেপ নিম্ন গণ্ডোয়ানা স্তরক্রমের মধ্যে সঞ্চিত আছে, উহা ভারতীয় উপদ্বীপ ভূখণ্ডের পার্মিয়ান ইতিহাসের নিদর্শন।

নিম্ন হিমালয়ের অজৈবিক স্তরক্রম পরীক্ষা করিলে মনে হয় যে ইহার একাংশ পার্মিয়ান যুগে উৎপন্ন হইয়াছিল (সিমলার ক্রল শ্রেণী, ব্লেনি শ্রেণী বা হাজারার ইনফ্রা-ট্রায়াস শ্রেণী বা কাশ্মীরের গ্রেট চুনাপাথর শ্রেণী)।

চিত্র 3—ঊর্ধ্ব পুরাজীবীয় কালের কয়েকটি বিশিষ্ট ভারতীয় জীবাশ্ম :
(A)—ডেভনিয়ান : (1) অ্যাট্রাইপা (2) কনিটিস (3) সায়াথোফাইলাম
(B)—কার্বনিফেরাস : (4) ফেনেস্টেলা (5) সিরিংগোথাইরিস (২টি)
(6) প্রোডাক্টস (7) স্পিরিফার
(C)—পার্মিয়ান : (8) ইউরিডেসমা (9) প্লুরোটোমারিয়া (10) কমুলেরিয়া
(11) মার্জিনিফেরা (12) লংসড্যালিয়া (13) জেনাস্পিস।

বোধ হয় ঊর্ধ্ব কার্বনিফেরাস যুগান্তে ভূসংক্ষোভের ফলে সমুদ্রের (বিন্ধ্য সাগরের ?) একাংশ নিম্ন হিমালয় বলয়ে (অর্থাৎ ভারত ভূখণ্ডের উত্তর উপকূলবর্তী অঞ্চলে) অবরুদ্ধ হইয়া গিয়াছিল এবং পার্মিয়ান যুগে তাহাতে অবক্ষেপণ হইলেও বিশেষ ভৌত-জৈবিক প্রতিবেশের দরুণ জৈবিক বসতি

সম্ভব হয় নাই। এই নিম্ন (বা দক্ষিণ) হিমালয় সমুদ্র পুরাজীবীয় যুগকে অতিক্রম করিয়া প্রায় জুরাসিক যুগ পর্যন্ত অক্ষুণ্ণ ছিল (তাল শ্রেণীর অবক্ষেপ)। পরিশেষে বলা যাইতে পারে যে উত্তর হিমালয় অঞ্চলে এবং লবণ পর্বতে ঊর্ধ্ব পুরাজীবীয় কালের শেষে কোন্ বড় অবক্ষেপণ বিরতি বা সামুদ্রিক সংকোচন ঘটে নাই। পার্মিয়ান স্তরগুলি সংগত ভাবে ঊর্ধ্বাভিমুখে ট্রায়াসিক স্তরের সহিত মিশিয়া গিয়াছে দেখা যায়। কেবল লবণ পর্বত এলাকায় ঊর্ধ্ব প্রোডাক্টস চুনাপাথর সোপানের মধ্যে হঠাৎ শৈল উপাদানের পরিবর্তন (চুনাপাথর হইতে বেলেপাথরের দিকে) এবং জৈবিক উপাদানের পরিবর্তন (ব্র্যাকিওপোড প্রাধান্য হইতে ঝিনুক-শামুকের প্রাধান্যের দিকে) নির্দেশ করে যে পার্মিয়ান যুগান্তে এই অঞ্চলে সমুদ্র সাময়িকভাবে পশ্চিম দিকে সরিয়া যাওয়ার ফলে স্বল্প মাত্রার অসংগতি উৎপন্ন হইয়াছে। কিন্তু অব্যবহিত পরেই ট্রায়াসিকের প্রারম্ভে সমুদ্র যে লবণ পর্বতে প্রত্যাবর্তন করিয়াছিল তাহার প্রমাণ নিম্ন ট্রায়াসিক কালের সামুদ্রিক চুনাপাথর।

গ্রন্থপঞ্জী

দ্বিতীয় অধ্যায়ের শেষে উল্লিখিত ১নং, ২নং ও ৪নং (২য় খণ্ড) গ্রন্থ দ্রষ্টব্য

ষষ্ঠ অধ্যায়

গণ্ডোয়ানা সংঘদল (Gondwana group of formations)

6·1 পরিচয় (introduction)

বিন্ধ্যোত্তর যুগের দীর্ঘ অবক্ষেপণ বিরতি ভঙ্গ করিয়া পার্মিয়ান যুগের সুরুতে ভারতীয় উপদ্বীপের কতকগুলি সীমিত উপত্যকায় নদী ও হ্রদ জাত পললের অবক্ষেপণ সুরু হয়। দীর্ঘকাল যাবৎ এই অবক্ষেপণ চলিবার পর প্রায় ক্রীটেশাস যুগে আসিয়া উহার পরিসমাপ্তি ঘটে। ইহার ফলে রচিত হয় প্রায় একুশ-বাইশ হাজার ফুট গভীর এক স্বাদুজল-জাত বেলেপাথর-সেল-ক্লে-কয়লার পৌনঃপুনিক স্তরক্রম। ১৮৭২ খ্রীঃ প্রথম মেড্‌লিকট্ এই স্তরক্রমকে 'গণ্ডোয়ানা' নামে উল্লেখ করেন এবং তাহার চার বৎসর পরে ফাইস্‌ম্যাণ্টেল ঐ নামটি মুদ্রিত গ্রন্থে প্রকাশ করেন। মধ্য ভারতের যে অঞ্চল হইতে প্রথম এই স্তরক্রম আবিষ্কৃত হয় তাহা 'গণ্ড্' নামক আদিবাসিগণের বাসস্থান ছিল, তাহাদের নাম হইতে স্তরটির নাম দেওয়া হয় গণ্ডোয়ানা। গণ্ডোয়ানা স্তরের অবক্ষেপণ কালে ভারতীয় উপদ্বীপ একটি একক ভূখণ্ড ছিল না। প্রকৃতপক্ষে উহা ছিল একটি বিরাট মহাদেশের উত্তরাংশ মাত্র। এই বিরাট মহাদেশের বিভিন্ন অংশগুলি পর-গণ্ডোয়ানা কালে বিচ্ছিন্ন হইয়া গিয়াছে। ইহারা বর্তমানে অষ্ট্রেলিয়া, দক্ষিণ আমেরিকা, দক্ষিণ আফ্রিকা, অ্যাণ্টার্কটিকা ইত্যাদি মহাদেশের আকার লাভ করিয়াছে। গণ্ডোয়ানা কালে এই ভূখণ্ডগুলি একই মহাদেশভুক্ত (এই মহাদেশকে বলা হয় গণ্ডোয়ানা মহাদেশ) ছিল বলিয়া ইহাদের সকলের মধ্যেই ভারতের গণ্ডোয়ানা স্তরের অনুরূপ অবক্ষেপ ও জীবাশ্ম দেখিতে পাওয়া যায়। দক্ষিণ ভারত এবং দক্ষিণ গোলার্ধস্থ বিভিন্ন মহাদেশগুলির অভ্যন্তরে বর্ণিত গণ্ডোয়ানা স্তরগুলির গঠন, প্রকৃতি ও উপাদানের মধ্যে একটি আকর্ষণীয় সাদৃশ্য ও সমতা রহিয়াছে। ইহা হইতে প্রতীয়মান হয় যে একই কালে অনুরূপ প্রতিবেশে এবং পদ্ধতিতে উহারা উৎপন্ন হইয়াছিল। অন্তর্ভুক্ত কয়লাস্তরের ঐশ্বর্য এবং স্থলজ উদ্ভিদের মূল্যবান সঞ্চয় এই দুয়ের কারণে ভারতীয় স্তরবিদ্যায় গণ্ডোয়ানা স্তর যথেষ্ট গুরুত্ব লাভ করিয়াছে। প্রকৃতপক্ষে গণ্ডোয়ানা স্তরক্রমের অনুশীলনই প্রায় ১২৫ বৎসর পূর্বে ভারতবর্ষে ভূতত্ত্বীয় সমীক্ষার সূচনা করে। অনেক লেখক এই গভীর স্তরক্রমকে গণ্ডোয়ানা 'গোষ্ঠী' (system) বলিয়া সময় সময় উল্লেখ করিয়াছেন, কিন্তু ইহার আকার, আয়তন ও কাল পরিসর সাধারণ

স্তরগোষ্ঠীর কয়েকগুণ। ইহার এক-একটি উপবিভাগ এক-একটি গোষ্ঠীর সহিত তুলনীয়। উপবিভাগগুলিকে অবশ্য গোষ্ঠী (system) না বলিয়া এখানে সংঘ (formation) বলিয়া উল্লেখ করা হইবে কারণ উহারা বস্তুত শিলাস্তরীয় একক (lithostratigraphic unit)। গণ্ডোয়ানা স্তরক্রম একাধিক সংঘের সমষ্টি বলিয়া উহাকে 'গণ্ডোয়ানা সংঘদল' (Gondwana group of formations) বা গণ্ডোয়ানা দল (Gondwana Group) বলা হইবে। নিম্ন গণ্ডোয়ানা বা ঊর্ধ্ব গণ্ডোয়ানা বিভাগগুলিকে বুঝাইবার জন্য উপদল (sub-group) কথাটি ব্যবহার করা যাইতে পারে।

গণ্ডোয়ানা স্তরগুলির মধ্যে কতকগুলি প্রকৃতিগত বৈশিষ্ট্য ও স্বাতন্ত্র্য লক্ষ্য করা যায়। প্রথমত, এই শিলাস্তরগুলি প্রায় সম্পূর্ণরূপে নদীজাত বা হ্রদজাত অবক্ষেপ। ইহাদের মধ্যে উপস্তরায়ণ, স্থলজ উদ্ভিদ ও প্রাণিকুলের জীবাশ্ম, কংগ্লোমারেট ও কয়লার প্রাচুর্য ইত্যাদি নিদর্শন এই উৎপত্তিগত বৈশিষ্ট্যের প্রমাণ। দ্বিতীয়ত, গণ্ডোয়ানা স্তরগুলিকে ভারতীয় উপদ্বীপের কতকগুলি নদী-উপত্যকায় সীমিত দেখা যায়। প্রকৃতপক্ষে গণ্ডোয়ানা বলয়গুলি একাধিক গ্রস্ত (faulted) উপত্যকায় আবদ্ধ। এই উপত্যকা-অববাহিকার বক্ষ স্রংসের (fault) জন্য বারংবার অবনমিত হওয়ার ফলেই গণ্ডোয়ানা স্তরের মতো সুগভীর অনুক্রম ক্ষয়ের প্রভাবে নিশ্চিহ্ন না হইয়া ভূগর্ভে সংরক্ষিত হইয়াছে। গণ্ডোয়ানা অববাহিকাগুলিতে যে প্রান্তিক চ্যুতি বা স্রংস (boundary faults) পরিলক্ষিত হয় সেগুলির বয়স প্রাক্-গণ্ডোয়ানা, পর-গণ্ডোয়ানা অথবা গণ্ডোয়ানা অবক্ষেপণের সমসাময়িক সে বিষয়ে মতদ্বৈধ আছে; তবে প্রথম ধারণাটি বর্তমানে বিশেষ গ্রাহ্য হয় না। তৃতীয়ত, গণ্ডোয়ানা স্তরক্রমের মধ্যে, বিশেষত কয়লাখনি অঞ্চলে, বেলেপাথর-সেল-কয়লা দ্বারা গঠিত স্তরচক্রের (cyclothem) পুনরাবৃত্তি দেখা যায়। এরূপ স্তরচক্র ৫০টির কম নহে, বরং আরও অনেক বেশী হওয়াই স্বাভাবিক। চতুর্থত, চ্যুতির দ্বারা গণ্ডোয়ানা 'বেসিন'গুলি (বা অববাহিকাগুলি) প্রভাবিত হইলেও (সাধারণ ইহাদের একপ্রান্তে চ্যুতি দেখা যায়) গণ্ডোয়ানা স্তরগুলি সাধারণত বলিত হয় নাই। উহারা সাধারণত অল্পনত। নতির মান সাধারণত খুবই কম, কোথাও কোথাও অবশ্য ব্যতিক্রম দেখা যায়। নতির কেন্দ্রাভিমুখী বিন্যাস অনেক গণ্ডোয়ানা 'বেসিন'-এর বৈশিষ্ট্য। পঞ্চমত, গণ্ডোয়ানা স্তরের মধ্যে সচরাচর সামুদ্রিক অবক্ষেপ বা জীবাশ্ম দেখা যায় না, তবে উমারিয়াতে একটি পাতলা সামুদ্রিক স্তর (জীবাশ্মময়]) নিম্ন গণ্ডোয়ানার সহিত সংশ্লিষ্ট আছে। দক্ষিণ-পূর্ব উপকূলে ঊর্ধ্ব গণ্ডোয়ানা কালের কিছু সামুদ্রিক স্তর স্বাদুজলজাত স্তরের সহিত মিশ্রিত আছে। ষষ্ঠত, দামোদর উপত্যকা, পূর্ব হিমালয়, মধ্য ভারত ইত্যাদি অঞ্চলে গণ্ডোয়ানা স্তরের মধ্যে উদ্‌বেধী ক্ষারীয় এবং অতিক্ষারীয়

ডাইক-সিল গোষ্ঠী দেখিতে পাওয়া যায়। এ ছাড়া আরও অনেক কিছু বৈশিষ্ট্যের দ্বারা গণ্ডোয়ানা স্তরগুলি সুস্পষ্টরূপে চিহ্নিত।

6·2 ভারতীয় গণ্ডোয়ানা স্তরের ভৌগোলিক বিন্যাস (geographic distribution of the Indian Gondwanas)

(ক) প্রধান গণ্ডোয়ানা অঞ্চল (Main Gondwana Province)—উপদ্বীপ ভারতের বহু স্থানে এবং হিমালয়ের কোন কোন স্থানে গণ্ডোয়ানা স্তরের উদ্‌ভেদ দেখা যায়। এই সকল উদ্‌ভেদের মধ্যে যেগুলি সবচেয়ে বিখ্যাত এবং গুরুত্বপূর্ণ সেগুলি প্রধানত মহারাষ্ট্র, মধ্যপ্রদেশ, বিহার, পশ্চিমবঙ্গ, উড়িষ্যা ও অন্ধ্রের মধ্যে সীমাবদ্ধ একটি ত্রিভুজাকৃতি বলয়েতে সজ্জিত। এই ত্রিভুজবলয়ের উত্তরবাহু মোটামুটিভাবে দামোদর-শোন-নর্মদার উপত্যকায় পূর্ব হইতে পশ্চিমে বিস্তৃত ; ইহার দক্ষিণ-পশ্চিম বাহু মোটামুটিভাবে গোদাবরী নদীর উপত্যকায় বিস্তৃত, এবং ইহার তৃতীয় বা দক্ষিণ-পূর্ব বাহুটি বঙ্গোপসাগরের উপকূল দ্বারা চিহ্নিত। এই ত্রিভুজ বলয়কে বলা হয় প্রধান গণ্ডোয়ানা অঞ্চল। ইহার মধ্যে উঃ পঃ—দঃ পূঃ রেখায় আর একটি ছোট বলয় মহানদী নদীর উপত্যকায় উদ্ভিন্ন হইয়াছে। মোটামুটিভাবে এই প্রধান গণ্ডোয়ানা অঞ্চলে গণ্ডোয়ানা স্তরগুলি কোন না কোন নদী-উপত্যকায় আবদ্ধ।

(খ) উপকূলবর্তী গণ্ডোয়ানা বলয় (coastal Gondwanas)—ঊর্ধ্ব গণ্ডোয়ানা যুগের মিশ্র এবং সামুদ্রিক স্তর (গণ্ডোয়ানা উদ্ভিদ যুক্ত) ভারতের পূর্ব উপকূলে কটক হইতে কন্যাকুমারিকা পর্যন্ত বিচ্ছিন্ন ও অসংলগ্ন উদ্‌ভেদের আকারে দেখিতে পাওয়া যায়। ইহা ছাড়া গুজরাটের কচ্ছ উপকূলে, সৌরাষ্ট্রে ও সিংহলে ঊর্ধ্ব গণ্ডোয়ানা শিলাস্তর বর্তমান।

(গ) **গ্লসপটেরিস** প্রাণিকুল যুক্ত এবং তালচির গণ্ডশিলার অনুরূপ অবক্ষেপ দ্বারা চিহ্নিত গণ্ডোয়ানা স্তর হিমালয়ের অনেক স্থানেই দেখিতে পাওয়া যায়—যেমন আসাম, ভুটান, দার্জিলিং, নেপাল, কাশ্মীর ইত্যাদি স্থানে এবং লবণ পর্বতেও।

(ঘ) বিহারের রাজমহল পর্বত ঊর্ধ্ব গণ্ডোয়ানা কালের অগ্ন্যুৎপাতের সাক্ষ্য। ইহা প্রধানত আগ্নেয় বেসল্ট লাভায় গঠিত, তবে ইহার মধ্যে পাতলা পাতলা উদ্ভিদবাহী পাললিক আন্তঃস্তরগুলি (interbedded sediments) গণ্ডোয়ানা ইতিহাসের এক সমৃদ্ধ উৎস।

6·3 গণ্ডোয়ানা শ্রেণীবিভাগ (classification of the Gondwanas)

(ক) **ভূমিকা**—ভারতীয় গণ্ডোয়ানা স্তরের দীর্ঘ অনুক্রমকে একটি সর্ববাদি-

সম্মত সুনির্দিষ্ট ছকে বিভক্ত ও উপবিভক্ত করা অতি কঠিন ব্যাপার। যদিও এই প্রচেষ্টা দীর্ঘদিন চলিয়া আসিতেছে, তথাপি আজও মতদ্বৈধ দেখা যায়। এই সমস্যার কয়েকটি মূল কারণ হইল, (১) গণ্ডোয়ানা স্তরের উদ্‌ভেদগুলি পরস্পর-বিচ্ছিন্ন, একের সহিত অপরের যোগ নাই; (২) গণ্ডোয়ানা স্তরের মধ্যে সামুদ্রিক জীবাশ্ম অতি বিরল, পারম্পর্য নির্ধারণের জন্য কার্যত উহারা কোন সাহায্য করে না; (৩) গোড়ার দিকে গণ্ডোয়ানা অঞ্চলগুলির যথাযথ মানচিত্র (ভূতত্ত্বীয়) নির্মাণে এবং সংগৃহীত জীবাশ্মের স্তরীয় অবস্থান নির্ণয়ে কিছু ভ্রান্তি ও জটিলতা থাকার দরুণ, গণ্ডোয়ানা অনুক্রমের মূল বিভাগ রেখাটি অনেকবার বিতর্কিত হইয়াছে; (৪) উদ্ভিদ জীবাশ্মের ভিত্তিতে রচিত দ্বিখণ্ডিত বিভাগরীতি (bipartite classification) এবং ত্রিখণ্ডিত বিভাগরীতির (tripartite classification) মধ্যে অনেক সময় সংঘাত বাধিয়াছে; (৫) অন্য প্রচেষ্টার সন্তোষজনক সাফল্যের অভাবেও আধুনিক পদ্ধতির (যেমন, উদ্ভিদ-অণুজীবাশ্ম) প্রয়োগ করা হয় নাই; (৬) কোন একক স্থানে গণ্ডোয়ানার পূর্ণ স্তরক্রম দেখা যায় না।

(খ) **পূর্ব ইতিহাস**—গত শতাব্দীর শেষভাগ হইতেই গণ্ডোয়ানা স্তরক্রমের অনুশীলন সুরু হইয়াছিল। এই অনুশীলনে যাঁহারা অংশ গ্রহণ করিয়াছেন তাঁহাদের মধ্যে ব্লানফোর্ড, ফাইসম্যাণ্টেল, কটার, সাহানি, ফক্স, ত্রেডেনবুর্গ, ওয়াদিয়া এবং আরও অনেকের নাম উল্লেখযোগ্য। প্রথমের দিকেই লক্ষ্য করা হয় যে গণ্ডোয়ানা স্তরক্রমের নিম্নাংশে **গ্লসপটেরিস** (*Glossopteris*) যুক্ত একটি বিশিষ্ট উদ্ভিদকুলের জীবাশ্ম সর্বত্র উপস্থিত রহিয়াছে। আবার উর্ধ্বাংশে **ডাইক্রয়ডিয়াম-থিনফেলডিয়া** (*Dicroidium-Thinnfeldia*) ও **টাইলোফাইলাম** (*Ptilophyllum*) যুক্ত উদ্ভিদকুলের জীবাশ্ম পরিব্যাপ্ত রহিয়াছে। এই দুই উদ্ভিদ-জীবাশ্ম-স্তরের মধ্যে একটি নির্দিষ্ট সীমানা আছে। প্রথমোক্ত উদ্ভিদকুল এই সীমানার নিম্নে এবং দ্বিতীয়োক্ত উদ্ভিদকুল এই সীমানার উর্ধ্বে আবদ্ধ। আরও দেখা যায় যে এই সীমানা বরাবর একটি স্তরীয় অসংগতি গণ্ডোয়ানা অনুক্রমের মধ্য দিয়া বিস্তৃত। স্তরীয় অসংগতিটি অবশ্য খুব উচ্চমানের নহে। উত্তর করণপুরা ও রাণীগঞ্জ কয়লাখনি অঞ্চলে পাঞ্চেৎ সংঘের শীর্ষে এবং সাতপুরা অঞ্চলে মহাদেব সংঘের ভূমিপ্রান্তে বিশেষ করিয়া এই অসংগতি লক্ষ্য করা গিয়াছে। এই উদ্ভিদ-সীমানা এবং স্তরীয় অসংগতির উপর ভিত্তি করিয়া ভারতীয় ভূতত্ত্ব সমীক্ষার কর্তৃপক্ষ গণ্ডোয়ানা স্তরকে দ্বিধা খণ্ডিত করেন এবং প্রত্যেক খণ্ডকে আবার কয়েকটি সংঘে উপবিভক্ত করেন। এই শ্রেণীবিভাগটি নিম্নরূপ (কটার, ফক্স ইত্যাদি):

—অসংগতি—

আর্কিয়ান শিলান্তর

কিন্তু পরসোরা, পাঞ্চেৎ এবং মংগ্নি এই তিনটি সংঘকে লইয়া, বিশেষ করিয়া প্রথম দুটিকে লইয়া জটিলতার সৃষ্টি হয়। এই তিনটি স্তর সমসাময়িক এবং উহারা ঊর্ধ্ব ও নিম্ন গণ্ডোয়ানার সীমানায় অবস্থিত। পরসোরা এবং পাঞ্চেৎ স্তরের মধ্যে **গ্লসপটেরিস** উদ্ভিদকুল এবং **ডাইক্রয়ডিয়াম-টাইলো-ফাইলাম** উদ্ভিদকুল উভয়ের সংমিশ্রণের সংবাদ পাওয়া যায়। ফলে, এগুলি বিতর্কিত স্তরের পর্যায়ে আসে। ঊর্ধ্ব না নিম্ন কোন্ বিভাগে ইহাদের আসন দেওয়া যায়, তাহা লইয়া মতদ্বৈধের সূত্রপাত হয়। এই সমস্যার সমাধান করিবার জন্য একটি ত্রিখণ্ডিত বিভাগরীতি ভারতীয় গণ্ডোয়ানা স্তরক্রমের জন্য প্রস্তাবিত হয়। এই ছকে নিম্ন এবং ঊর্ধ্ব গণ্ডোয়ানার মধ্যবর্তী ব্যবধানে মধ্য গণ্ডোয়ানা নামক একটি নূতন বিভাগ কল্পিত হয় এবং পাঞ্চেৎ-পরসোরা-মংগ্নি ইত্যাদি বিতর্কিত স্তরগুলিকে ঐ নূতন মধ্য বিভাগে স্থানান্তরিত করা হয়। এই প্রস্তাবটি নিম্নরূপ (ড্রেডেনবুর্গ, ওয়াদিয়া ইত্যাদি):

গণ্ডোয়ানা
- ঊর্ধ্ব গণ্ডোয়ানা
  - জব্বলপুর বিভাগ
  - রাজমহল বিভাগ

— অসংগতি —

- মধ্য গণ্ডোয়ানা
  - মহাদেব বিভাগ
  - পাঞ্চেৎ বিভাগ

— অসংগতি —

- নিম্ন গণ্ডোয়ানা
  - দামুদা বিভাগ
  - তালচির বিভাগ

এই ত্রিখণ্ডিত বিভাগের সমর্থনে বলা হয় যে নিম্ন বিভাগ এবং ঊর্ধ্ব বিভাগ দুইটি কয়লা স্তরের এবং উদ্ভিদ জীবাশ্মের সঞ্চয়ে সমৃদ্ধ, ইহারা আর্দ্র এবং শীতল জলবায়ু-বলয়ের অবক্ষেপ। অপরপক্ষে মধ্য বিভাগটিকে শৈল প্রকৃতির বৈশিষ্ট্য, কয়লা ও উদ্ভিদ-জীবাশ্মের অনুপস্থিতি এবং স্থলজ মেরুদণ্ডীদের দেহাবশেষ হইতে অনার্দ্র, উষ্ণ জলবায়ুর অবক্ষেপ বলিয়া বোধ হয়। অতএব জলবায়ুর বিবেচনা হইতে এই ত্রিধা বিভাগ সমর্থিত বলিয়া দাবী আসে। আরও বলা হয় যে নিম্ন, মধ্য এবং ঊর্ধ্ব বিভাগ তিনটি যথাক্রমে পার্মিয়ান, ট্রায়াসিক এবং জুরাসিক এই তিনটি আন্তর্জাতিক স্তরীয় এককের সহিত সমপর্যায়ভুক্ত। সাম্প্রতিক কালে পুরা-উদ্ভিদবিদেরা আরও দাবী করেন যে, মধ্য গণ্ডোয়ানা বিভাগের উদ্ভিদকুল নিম্ন বা ঊর্ধ্ব বিভাগের তুলনায় স্বতন্ত্র ; এবং গণ্ডোয়ানা উদ্ভিদ-ক্রমের মধ্যে তিনটি পর্যায় আছে—নিম্ন গণ্ডোয়ানা বা **গ্লসপটেরিস** উদ্ভিদকুল, মধ্য গণ্ডোয়ানা বা **ডাইক্রয়ডিয়াম** উদ্ভিদকুল এবং ঊর্ধ্ব গণ্ডোয়ানা বা **টাইলোফাইলাম** উদ্ভিদকুল। এইভাবে ত্রিখণ্ডিত বিভাগের প্রস্তাবকে রক্ষা করার চেষ্টা চলে।

ইতিমধ্যে গণ্ডোয়ানা স্তরের পুনঃপরীক্ষা হইতে কিছু নূতন তথ্য প্রকাশ পায়। পরসোরা নামে যে মিশ্র উদ্ভিদ-স্তরটি পাওয়া গিয়াছিল তাহা প্রকৃতপক্ষে পালি এবং পরসোরা এই দুইটি পৃথক্ ও বিষমকালীন স্তরের সমাবেশ। প্রথমটিতে আছে আদর্শ নিম্ন গণ্ডোয়ানা উদ্ভিদকুল এবং দ্বিতীয়টিতে আদর্শ ঊর্ধ্ব গণ্ডোয়ানা উদ্ভিদকুল। অনুরূপভাবে পাঞ্চেৎ শ্রেণীর মধ্যেও **গ্লসপটেরিস**-বাহী নিম্ন গণ্ডোয়ানা এবং **ডাইক্রয়ডিয়াম**-বাহী ঊর্ধ্ব গণ্ডোয়ানা স্তরের সংমিশ্রণ রহিয়াছে বলিয়া প্রকাশ পায়। বর্তমানে প্রমাণিত হইয়াছে যে পাঞ্চেৎ স্তরের মধ্যে নিম্ন গণ্ডোয়ানা উদ্ভিদ খুবই অল্প ; যাহা আছে তাহা ভৌম (basal) পর্যায়েই সীমিত। এই প্রসঙ্গে উল্লেখ করা যাইতে পারে যে অস্ট্রেলিয়াতে দেখা গিয়াছে (বামে, ১৯৬৩) পার্মিয়ান গোষ্ঠীতে প্রাপ্ত **গ্লসপটেরিস**কুলের অণুজীবাশ্ম সমাবেশ ট্রায়াসিক গোষ্ঠীতে আর পাওয়া যায় না ; ইহা হইতে প্রমাণিত হয় যে পার্মিয়ানের অন্তে এবং ট্রায়াসিকের প্রারম্ভের পূর্বেই **গ্লসপটেরিস** উদ্ভিদকুলের বিলুপ্তি হইয়াছিল। মূলত এই সিদ্ধান্তের ভিত্তিতে, গণ্ডোয়ানা স্তরক্রমের জন্য একটি আধুনিক শ্রেণীবিভাগ (পি, এল, রবিনসন, ১৯৬৭) প্রস্তাবিত হইয়াছে।

(গ) **গণ্ডোয়ানা শ্রেণীবিভাগের আধুনিক প্রস্তাব**—এই প্রস্তাবটির মূল বৈশিষ্ট্য হইল যে উদ্ভিদ জীবাশ্মের ভিত্তিতে প্রবর্তিত কালসিদ্ধ দ্বিধা-বিভাগ পদ্ধতি এখানে নীতিগতভাবে গ্রহণ করা হইয়াছে, কিন্তু পুনঃপরীক্ষার ও নূতন তথ্যের ভিত্তিতে নিম্ন ও ঊর্ধ্ব গণ্ডোয়ানার সীমারেখাটিকে কিঞ্চিৎ পরিবর্তিত করা হইয়াছে। এবং ঊর্ধ্ব গণ্ডোয়ানার উপবিভাগগুলিকে সম্পূর্ণরূপে পুনর্গঠিত করা হইয়াছে (রবিনসন, ১৯৬৭) ঃ

(ঘ) উপরোক্ত শ্রেণীবিভাগের ভিত্তি :

(১) ঊর্ধ্ব ও নিম্ন গণ্ডোয়ানার মধ্যে বিভাগ-রেখাটি **গ্লসপটেরিসকুল** ও **ডাইক্রয়ডিয়াম-টাইলোফাইলামকুলের** সীমানার ভিত্তিতে চিহ্নিত করা হইয়াছে। পূর্বে ইহা ছিল পাঞ্চেৎ সংঘের শীর্ষে, এখন ইহা পাঞ্চেৎ ও রাণীগঞ্জের মধ্য দিয়া অঙ্কিত। এই প্রসঙ্গে বলা যাইতে পারে, বর্তমান লেখকের মনে হয় (সর্বাধিকারী, ১৯৭২) যে এই বিভাগ-রেখাটিকে পাঞ্চেতের ভূমি হইতে কিঞ্চিৎ উপরে উঠাইয়া ভৌম পাঞ্চেতের ঊর্ধ্ব সীমায় (top of basal Panchet) স্থাপন করা যুক্তিযুক্ত ; কারণ উহাই প্রকৃতপক্ষে **গ্লস-পটেরিসের** শেষ সীমা এবং সম্ভবত উহা ট্রায়াসিকের নিম্ন সীমা। ইহা ছাড়া, ভৌম পাঞ্চেৎ স্তরকে নিম্ন গণ্ডোয়ানা উপদলের মধ্যে অন্তর্ভুক্ত করার একটি প্রধান যুক্তি হইল উভয়ের মধ্যে উদ্ভিদ অণুজীবাশ্মগত সাদৃশ্য এবং শিলাপ্রকৃতি ও পালালিক প্রতিবেশের সমতা। ভৌম পাঞ্চেৎ এবং নিম্ন গণ্ডোয়ানার মধ্যে উপরোক্ত যে সাদৃশ্য বা সমতা রহিয়াছে, ভৌম পাঞ্চেৎ ও ঊর্ধ্বতর পাঞ্চেৎ স্তরের মধ্যে তাহা লক্ষ্য করা যায় না।

(২) রাণীগঞ্জ ও পাঞ্চেতের মধ্যে লক্ষিত স্তরীয় অসংগতি (রাণীগঞ্জ, বোকারো কয়লাখনি অঞ্চলে) উক্ত বিভাগ-রেখাকে সমর্থন করে।

(৩) অণুজীবাশ্ম বিষয়ক আধুনিক তথ্যও এই বিভাগ-রেখাকে সমর্থন করে। অবশ্য এই বিচারে বিভেদ-রেখাটি ঈষৎ ঊর্ধ্বেও রাখা যায় (ভৌম-পাঞ্চেৎ বিভাগের শীর্ষে)।

(৪) উক্ত বিভাগ-রেখা আন্তর্জাতিক স্তর-বিভাগের পুরাজীবীয়-মধ্যজীবীয় সীমানার সহিত সমপর্যায়ের। পুনরায় উল্লেখযোগ্য যে ট্রায়াসিকের নিম্ন সীমা সম্ভবত ভৌম পাঞ্চেতের শীর্ষগামী হইতে পারে।

(৫) নিম্ন গণ্ডোয়ানার মধ্যে চারিটি উপবিভাগ যথারীতি শিলারূপ, গঠন ও উপাদানের ভিত্তিতেই পৃথক করা হইয়াছে।

(৬) ঊর্ধ্ব গণ্ডোয়ানার উপবিভাগগুলির পুনর্বিন্যাসে স্তরক্রমের পুনঃপরীক্ষা এবং আধুনিক মেরুদণ্ডী জীবাশ্ম তথ্যের সাহায্য লওয়া হইয়াছে।

6·4 রাণীগঞ্জ কয়লাখনি অঞ্চলের গণ্ডোয়ানা স্তরক্রম

(Gondwana succession of the Raniganj coalfield)

(ক) **রাণীগঞ্জ কয়লাখনি অঞ্চল**—নিম্ন গণ্ডোয়ানা শিলাস্তরের ঐশ্বর্যময় কয়লা সঞ্চয় পশ্চিমবঙ্গের এই কয়লাখনি অঞ্চলকে (বর্ধমান জেলা) সুপরিচিত করিয়া তুলিয়াছে। কলিকাতার প্রায় ১৩০ মাইল উত্তর-পশ্চিমে রাণীগঞ্জ ও আসানসোলের উপকণ্ঠে প্রায় ৬০০ বর্গমাইল পরিমিত স্থান ব্যাপিয়া এই কয়লাখনি অঞ্চল গড়িয়া উঠিয়াছে। দামোদর উপত্যকার পূর্ব প্রান্তে অবস্থিত এই কয়লাখনি অঞ্চল তিন পার্শ্বে আর্কিয়ান শিলাস্তর দ্বারা সীমায়িত। কেবল পূর্ব প্রান্তে ইহা মাটির নীচে এবং ল্যাটেরাইট শিলার আবরণে চাপা পড়িয়াছে। উত্তর-দক্ষিণে এই খনি অঞ্চল প্রায় ১৯ মাইল বিস্তৃত।

(খ) **ভূতত্ত্বীয় প্রকৃতি ও স্তরক্রম**—রাণীগঞ্জ গণ্ডোয়ানা বেসিন উহার দক্ষিণ সীমান্তে চ্যুতিগ্রস্ত, কিন্তু উহার উত্তর সীমানা স্বাভাবিক। মধ্যস্থিত গণ্ডোয়ানা স্তরগুলির নতি সাধারণত ১০°—১২° মতো এবং মোটামুটিভাবে দক্ষিণাভিমুখী। অবশ্য দক্ষিণ প্রান্তে স্তরগুলি আর্কিয়ান শিলার গাত্রে স্রস্ত হওয়ার দরুণ উচ্চ নতি লাভ করিয়াছে। দক্ষিণের প্রান্তিক চ্যুতি ছাড়াও এই অঞ্চলের মধ্যে অনেকগুলি লম্বা চ্যুতি দেখিতে পাওয়া যায়, উহাদের আয়াম সাধারণত উঃ পঃ—দঃ পূঃ। অধিকাংশ চ্যুতিই ঊর্ধ্ব গণ্ডোয়ানা কালে (সম্ভবত জুরাসিক যুগে) উৎপন্ন হইয়াছিল বলিয়া মনে করা হয়। নিম্নলিখিত স্তরক্রম হইতে বুঝা যাইবে যে রাণীগঞ্জ কয়লাখনি অঞ্চলে নিম্ন গণ্ডোয়ানা স্তরের যেমন আদর্শ রূপায়ণ হইয়াছে, ঊর্ধ্ব গণ্ডোয়ানার কিন্তু সেরূপ নহে।

উর্ধ্ব গণ্ডোয়ানা	বহিঃপাঞ্চেৎ সংঘ (? দুব্‌রাজপুর স্তর)······নবজুরাসিক (১২০০′)	
	— অসংগতি —	
	পাঞ্চেৎ সংঘ (২০০০′)······নিম্ন পুরাট্রায়াসিক	

— অসংগতি —

নিম্ন গণ্ডোয়ানা	রাণীগঞ্জ সংঘ (৩৪০০′)	নবপার্মিয়ান
	লোহশিলা সংঘ (১৩৫০′)	
	বরাকর সংঘ (২১০০′)	পুরাপার্মিয়ান
	তালচির সংঘ (৯৫০′)	

— অসংগতি —

আর্কিয়ান শিলাস্তর

(গ) **তালচির সংঘ** (Talchir Formation)—উড়িষ্যার অন্তর্গত একটি ক্ষুদ্র দেশীয় রাজ্য তালচিরের নাম হইতে এই সংঘের নামকরণ হইয়াছে। রাণীগঞ্জ অঞ্চলে প্রাচীনতর স্তরগুলি পাওয়া যায় উত্তরের দিকে। তাই তালচির সংঘের উদ্‌ভেদ উত্তর প্রান্তে দেখিতে পাওয়া যায়। তালচির সংঘের নিম্নতম সভ্য একটি হৈম (glacial) গণ্ডশিলা স্তর (boulder bed)। বিভিন্ন আকার ও প্রকৃতির গণ্ডশিলা-উপল-নুড়ি ইত্যাদি অপেক্ষাকৃত মিহি দানার মৃন্ময় জমিতে আবদ্ধ হইয়া এই শিলা গঠন করিয়াছে। হিমক্রিয়ার প্রমাণ পাওয়া যায় এই গণ্ডশিলার গাত্রে সুস্পষ্ট আঁচড় (striae) এবং মসৃণ পার্শ্বের (facets) উপস্থিতি হইতে। এই গণ্ডশিলার অন্তঃস্তরেও হিমক্রিয়ার চিহ্ন দেখা গিয়াছে (রাণীগঞ্জ কয়লাখনি ও পেনগংগা উপত্যকায়)। গণ্ডশিলাস্তরটির পরবর্তী সভ্য সবুজবর্ণের বালিপ্রধান সেল এবং তাহার পরবর্তী স্তরগুলি ক্রমশ মোটা দানার বেলেপাথরে সমৃদ্ধ। উপরের অংশ স্পষ্টতই নদীজাত। তালচির সংঘের মধ্যে কোন কয়লাস্তর নাই। পরবর্তী বরাকর সংঘের সহিত ইহা একটি প্রধান পার্থক্য। তালচির শিলাস্তরের মধ্যে অনেক সময় অপরিবর্তিত ফেল্‌স্‌পারের দানা দেখিতে পাওয়া যায়। ইহা হইতে মনে হয় যে এই শিলাস্তর অবক্ষেপণের সময় জলবায়ু হিমশীতল ছিল। অবশ্য তালচির কালের উর্ধ্ব পর্যায়ে জলবায়ু যে অপেক্ষাকৃত উষ্ণতর হইয়াছিল তাহা প্রমাণিত হয় কতকগুলি উদ্ভিদ জীবাশ্মের উপস্থিতি হইতে। এগুলি কেবলমাত্র উর্ধ্ব তালচির স্তরেই পাওয়া যায়। এইসকল উদ্ভিদ জীবাশ্ম অধিকাংশই সংগৃহীত হইয়াছে রাণীগঞ্জ খনি অঞ্চলের বাহিরে, দেওঘর, করণপুরা, আউরংগা, হুতার ও অন্যান্য অঞ্চল হইতে। তথাপি তালচিরের জীবাশ্ম-প্রকৃতি জানিবার জন্য

এগুলির উল্লেখ প্রয়োজন :—**গ্লসপটেরিস ইণ্ডিকা** (*Glossopteris indica*), **গ্লঃ কমিউনিস** (*G. communis*), **গ্যাংগামপটেরিস সাইক্লপটেরয়ডিস** (*Gangamopteris cyclopteroides*), **গ্যাঃ বুরিয়াডিকা** (*G. buriadica*), **ভার্টিব্রেরিয়া ইণ্ডিকা** (*Vertebraria indica*), **নিগেরাথিওপসিস হিসলোপি** (*Noeggerathiopsis hislopi*), **সাইজোনিউরা** (*Schizoneura*), **অ্যালিথপটেরিস** (*Alethopteris*), **সামারপসিস** (*Samaropsis*), **কর্ডেইকার্পাস** (*Cordaicarpus*) ইত্যাদি। এই উদ্ভিদকুলের সহিত মিশ্রিত অবস্থায় কিছু অমেরুদণ্ডী সামুদ্রিক জীবাশ্মও তালচির-সমসাময়িক স্তর হইতে কয়েক জায়গায় পাওয়া গিয়াছে (মানেন্দ্রগড়, উমারিয়া, সিকিম, ডাল্টনগঞ্জ, লবণ পর্বত, ইত্যাদি)। ইহাদের মধ্যে উল্লেখযোগ্য হইল **ইউরিডেসমা, কন্সুলেরিয়া, স্পিরিফার, প্রোডাক্টস, ফেনেস্টেলা** ইত্যাদি। তালচির সংঘের ভৌমস্তরটি অতি বিশিষ্ট। অস্ট্রেলিয়া, দক্ষিণ আফ্রিকা প্রভৃতি অঞ্চলেও ইহার সমকালীন গণ্ডশিলাস্তর আবিষ্কৃত হইয়াছে। এই পারম্পর্যের ভিত্তিতে তালচির সংঘের ভূতত্ত্বীয় বয়স সহজেই নির্ণয় করা সম্ভব। ইহা ছাড়া, তালচির স্তরের সহিত সংশ্লিষ্ট **ইউরিডেসমা-কন্সুলেরিয়া** প্রাণিকুল ইহার ভূতত্ত্বীয় বয়সকে ভৌম পার্মিয়ান (ইউরোপীয় সাকমারিয়ান) বলিয়া সমর্থন করিয়াছে। এই সিদ্ধান্তটি গুরুত্বপূর্ণ, কারণ তালচির স্তর গণ্ডোয়ানা অনুক্রমের নিম্ন সীমা নির্ধারণ করে।

(ঘ) **বরাকর সংঘ** (Barakar Formation)—পশ্চিমবঙ্গ ও বিহারের উপর প্রবাহিত বরাকর নদী হইতে এই সংঘের নামকরণ হইয়াছে। বরাকর সংঘ একটি কয়লা-প্রধান শিলাস্তর। ইহা ভারতের কয়লা উৎপাদনের বৃহত্তম উৎস। তালচির সংঘের উপরে উহার দক্ষিণে বরাকর সংঘের উদ্‌ভেদ দেখিতে পাওয়া যায়। তালচির ও বরাকরের মধ্যে সম্ভবত কোন গাঠনিক অসংগতি নাই।* এই পারস্পরিক সম্পর্ক অবশ্য ভারতের বিভিন্ন স্থানে বিভিন্ন রূপ। নিম্নস্থিত তালচির সংঘের মতো বরাকর সংঘও উপদ্বীপ ভারতের এবং হিমালয়ের বিভিন্ন স্থানে বিস্তৃত। তালচিরের সহিত ইহার জীবাশ্ম- ও অন্যান্য-বিষয়ক অনেক সাদৃশ্য আছে। প্রধানত বরাকর সংঘ বেলেপাথর, কংগ্লোমারেট, সেল, ক্লে এবং কয়লায় গঠিত। ইহার নিম্নাংশ, মধ্য ও উপরের অংশ অপেক্ষা মোটা দানায় গঠিত। বরাকরের সুদূরপ্রসারী

* তবে রাণীগঞ্জ অঞ্চলের দু-একটি জায়গায় এই সীমারেখায় অসংগতি আছে কিনা তাহা সন্দেহজনক। কারহারবারি স্তরকে এখানে এখনও পৃথক্‌ভাবে চিহ্নিত করা হয় নাই, উপস্থিত থাকিলে উহা তালচির-শীর্ষের বা বরাকর-ভূমির অন্তর্ভুক্ত।

অবক্ষেপগুলির মধ্যে একটি প্রকৃতিগত ঐক্য স্পষ্টরূপে লক্ষ্য করা যায়। বরাকর এবং তালচির শিলার উৎস পৃথক্ ধরণের ছিল বলিয়া অনুমান করা হয়। এই দুই শিলান্তরের অবক্ষেপণ পদ্ধতিও ঠিক এক ধরণের নহে। বরাকর সংঘের মধ্যে বেলেপাথর-সেল-কয়লার স্তরচক্র বর্তমান আছে বলিয়া কেহ কেহ মনে করেন। কিন্তু সাম্প্রতিক কালে দক্ষিণ করণপুরা কয়লাখনি অঞ্চলের পরীক্ষা হইতে জানা গিয়াছে যে, বরাকর সংঘের মধ্যে দুইটি পৃথক্ শিলারূপ আছে—একটি নদীখাতজাত মোটা দানার বেলেপাথর, অপরটি সংলগ্ন নদীতটে উৎপন্ন সেল-কয়লা। উপস্তরায়ণের আধিক্য হইতে এবং শৈল প্রকৃতির অন্যান্য বৈশিষ্ট্য হইতে বরাকর সংঘ নিশ্চিত রূপে নদীজাত এবং অগভীর হ্রদজাত অবক্ষেপ বলিয়া প্রমাণিত হইয়াছে। বিহারের অন্তর্গত গিরিডি কয়লাখনি অঞ্চলে বরাকরের নিম্নবিভাগটিকে কারহারবারি স্তর নাম দেওয়া হইয়াছে। মতান্তরে, কারহারবারি তালচির সংঘের ঊর্ধ্ববিভাগ বা একটি স্বতন্ত্র সংঘ। রাণীগঞ্জ কয়লাখনি অঞ্চলে বরাকর সংঘকে—দামাগড়িয়া কয়লাস্তর, লাইকৃডি কয়লাস্তর এবং বেগুনিয়া কয়লাস্তর (ঊর্ধ্বক্রমে) এই তিনটি অংশে উপবিভক্ত করা হইয়াছে। এই অঞ্চলে বরাকর সংঘের ভৌম স্তরটি একটি কংগ্লোমারেট-জাতীয় শিলা। বরাকর সংঘের মধ্যে কোন প্রাণী-জীবাশ্ম পাওয়া যায় না। অবশ্য হিমালয় অঞ্চলে এবং অন্যান্য দু-এক জায়গায় বরাকরের সহিত সংশ্লিষ্ট সামুদ্রিক স্তর হইতে সামুদ্রিক জীবাশ্ম পাওয়া গিয়াছে। বরাকর সংঘ নিম্ন গণ্ডোয়ানা উদ্ভিদকুলের একটি সমৃদ্ধ উৎস। রাণীগঞ্জ অঞ্চল এবং অন্যান্য অঞ্চল হইতে প্রাপ্ত বরাকর উদ্ভিদকুলের সামগ্রিক তালিকা হইতে প্রধান প্রধান জীবাশ্মগুলির নাম নিম্নে উল্লেখ করা হইল ঃ—**সাইজোনিউরা গণ্ডওয়ানেনসিস** (*Schizoneura gondwanensis*), **ফাইলোথিকা গ্রাইসব্যাকি** (*Phyllotheca greisbachi*), **স্ফেনোফাইলাম** (*Sphenophyllum*), **গ্লসপটেরিস ইণ্ডিকা** (*Glossopteris indica*), **গ্লঃ অ্যাম্প্লা** (*G. ampla*) ও অন্যান্য জাতি, **গ্যাংগামপটেরিস সাইক্লপটেরয়ডিস** (*Gangamopteris cyclopteroides*)—ইহা নিম্ন বরাকরেই সীমিত, **স্ফেনপটেরিস** (*Sphenopteris*), **টিনিওপটেরিস** (*Taeniopteris*), **নিগেরাথিওপসিস** (*Noeggerathiopsis*), **ড্যাডক্সাইলন** (*Dadoxylon*), **রিপিডপসিস** (*Rhipidopsis*), **বরাকরিয়া** (*Barakaria*), **কর্ডেইকার্পাস** (*Cordaicarpus*), **ডিকটিওপটেরিডিয়াম** (*Dictyopteridium*) ইত্যাদি। বরাকর সংঘের বয়স পুরাপার্মিয়ান। ইহা তালচির অপেক্ষা নবীনতর। ইহাকে আর্টিংস্কিয়ানের সমকালীন বলিয়া বিবেচনা করা হয়।

(ঙ) **আয়রণষ্টোন সেল (লৌহশিলা) সংঘ** (Ironstone Shale Formation)—বরাকর সংঘের দক্ষিণে এবং স্তরীয় অনুক্রমে ইহার উপরে, রাণীগঞ্জ কয়লাখনি অঞ্চলে যে শিলাস্তরটিকে পাওয়া যায় তাহার নাম আয়রণষ্টোন সেল সংঘ। ইহার উদ্‌ভেদ একটি উন্নতভূমি, একটি শৈলশিরার (ridge) আকারে পূর্ব-পশ্চিমে বিস্তৃত। বরাকর সংঘ অপেক্ষা ইহার অধিক প্রতিরোধী (resistant) শিলালক্ষণের (lithology) জন্যই এরূপ উন্নত উদ্‌ভেদ রচিত হইয়াছে। আয়রণষ্টোন সংঘের শিলালক্ষণ খুবই বৈশিষ্ট্যপূর্ণ। মিহি দানার কৃষ্ণবর্ণ অঙ্গারময় সেলের গভীর স্তর এবং আন্তঃস্তরায়িত অসংখ্য মৃন্ময় লৌহশিলা (ironstone) অথবা বিম্বক (nodular) লৌহশিলার স্তর দ্বারা এই শিলাসংঘ গঠিত। লৌহশিলার দেহগুলি মাসূর (lenticular) আকৃতির এবং পার্শ্বিক মাত্রায় যথেষ্ট রূপভেদ প্রদর্শন করে। অনাবৃত পৃষ্ঠে লৌহশিলার রং জারণের জন্য লালচে, কিন্তু ভূগর্ভস্থ স্তরে ইহার রং অধিকাংশ সময়েই কালো। এই ভূগর্ভস্থ স্তরে লৌহের সহিত কার্বনেটের সংমিশ্রণ দেখা যায়। নিম্নস্তরে এই সংঘের মধ্যে কিছু কিছু বেলেপাথর বর্তমান আছে। লৌহশিলা স্তর হইতে অনেক লৌহ-খনিজ পাওয়া গিয়াছে এবং তাহা হইতে কুলটি চুল্লীতে অনেক লৌহ নিষ্কাশন করাও হইয়াছে। নিম্নস্থ বরাকর সংঘের সহিত আয়রণষ্টোন সংঘের সীমা সংগত এবং বিরতিমুক্ত (transitional) বলিয়া বর্ণিত হইয়াছে। আয়রণষ্টোন সংঘের মধ্যে বেগুনিয়া সেল, বেগুনিয়া বেলেপাথর এবং কুলটি আয়রণষ্টোন সেল (ঊর্ধ্বক্রমে) এই তিনটি উপবিভাগ প্রস্তাব করা হইয়াছিল। বরাকর ও রাণীগঞ্জ সংঘের সহিত আয়রণষ্টোন সংঘের প্রধান বৈষম্য হইল ইহার মধ্যে কয়লাস্তরের অনুপস্থিতি। ইহার মধ্যে অতি অল্প পরিমাণ জীবাশ্ম পাওয়া যায়—যেমন, **গ্লসপটেরিস দামুদিকা** (*Glossopteris damudica*), **গ্লঃ ইণ্ডিকা** (*G. indica*), **গ্লঃ অ্যাম্‌প্লা** (*G. ampla*), **গ্যাংগামপটেরিস সাইক্লপটেরয়ডিস** (*Gangamopteris cyclopteroides*), **নিগেরাথিওপসিস হিসলোপি** (*Noeggerathiopsis hislopi*)। **বথরোডেনড্রন** (*Bothrodendron*) জীবাশ্মটিও ইহার সমসাময়িক স্তর হইতে পাওয়া গিয়াছে। স্তরীয় অনুক্রমের ভিত্তিতে আয়রণষ্টোন সংঘের বয়স নিম্ন নবপার্মিয়ান বলিয়া ধরা হইয়াছে। শিলাপ্রকৃতির বৈশিষ্ট্য হইতে ব্লানফোর্ড এই শিলাসংঘের নাম দিয়াছিলেন আয়রণষ্টোন সেল সংঘ।

(চ) **রাণীগঞ্জ সংঘ** (Raniganj Formation)—বর্ধমান কয়লা অঞ্চলের একটি প্রধান নগর রাণীগঞ্জের নাম হইতে নিম্ন গণ্ডোয়ানার ঊর্ধ্বতম

উপবিভাগটির নামকরণ হইয়াছে রাণীগঞ্জ সংঘ। রাণীগঞ্জ কয়লাখনি অঞ্চলের বহু স্থানে, বিশেষত দক্ষিণাংশে ইহার বিস্তীর্ণ উদ্‌ভেদ দেখিতে পাওয়া যায়। নিম্নস্থ আয়রণষ্টোন সংঘের উপর ইহার স্তরীয় অবস্থান সংগতিপূর্ণ বলিয়া বর্ণিত হইয়াছে। রাণীগঞ্জ সংঘটিও বরাকরের মতো কয়লা-বাহী এবং ভারতীয় কয়লার একটি প্রধান উৎস।* বরাকরের মতোই ইহা উদ্ভিদ জীবাশ্মে সমৃদ্ধ। কিন্তু বরাকরের তুলনায় এই শিলাসংঘ অপেক্ষাকৃত মিহি দানায় গঠিত। রাণীগঞ্জ কয়লাখনি অঞ্চলে রাণীগঞ্জ সংঘের উপবিভাগগুলির নাম হইল—ইথোরা বেলেপাথর, সীতারামপুর কয়লা-বাহী স্তর. হিজুলি বেলেপাথর, নিতুরিয়া কয়লা-বাহী স্তর এবং কুমারপুর বেলেপাথর (ঊর্ধ্বক্রমে)। সাধারণত, রাণীগঞ্জ সংঘের শিলা-লক্ষণ হইল—ধূসর বা সবুজ রঙের নরম ফেল্‌স্‌পারযুক্ত বেলেপাথর, সেল এবং কয়লা। ' বরাকর সংঘ-সুলভ গ্রীট বা কংগ্লোমারেট এই সংঘে পাওয়া যায় না। অবশ্য ইহার মধ্যে অনেক সময় লৌহসমৃদ্ধ শক্ত লালচে বেলেপাথরও দেখিতে পাওয়া যায়। উপস্তরায়ণের চিহ্ন প্রচুর আছে। উৎপত্তিগতভাবে রাণীগঞ্জ সংঘ বরাকর সংঘের সদৃশ। অর্থাৎ নদীখাত এবং নদীতটস্থ বড় বড় অগভীর হ্রদে রাণীগঞ্জ অবক্ষেপগুলি উৎপন্ন হয়। রাণীগঞ্জে এবং অন্যান্য অঞ্চলেও রাণীগঞ্জ সংঘের মধ্যে কিছু অশুদ্ধ চুনাপাথর বা কার্বনেট-সমৃদ্ধ স্তর মধ্যে মধ্যে দেখা যায়। রাণীগঞ্জ সংঘের ঊর্ধ্বপ্রান্তে একটি লৌহ-সমৃদ্ধ স্তর আছে, সীমানা নির্ধারণে উহা খুব সহায়ক। রাণীগঞ্জ সংঘের শীর্ষে একটি নিম্ন মানের অসংগতি আছে। সিলিকায়িত বড় বড় গাছের গুঁড়ি (কাষ্ঠ-জীবাশ্ম পর্যন্ত লম্বা), একটি প্রায় ৯৩ ফুট, রাণীগঞ্জ সংঘের মধ্যে অনেক পাওয়া গিয়াছে। রাণীগঞ্জ সংঘে গ্লসপটেরিস উদ্ভিদকুলের শেষ পর্যায়ের জীবাশ্মগুলি দেখিতে পাওয়া যায়। বরাকর উদ্ভিদকুলের সহিত ইহার পার্থক্য খুব প্রবল নহে। একটি গুরুত্বপূর্ণ ঘটনা হইল **গ্লসপটেরিস-গ্যাংগামপটেরিস** উদ্ভিদকুলের বিলোপ। পরবর্তী স্তর পাঞ্চেৎ সংঘ বা তদূর্ধ্ব পর্যায়ে এইসকল উদ্ভিদের চিহ্ন লুপ্ত বা বিরল। পাঞ্চেতের মধ্যে ভৌম পর্যায়ে ইহাদের দুই তিনটি পাওয়া যায়। রাণীগঞ্জ সংঘে এই খনি অঞ্চল এবং অন্যান্য দামোদর কয়লাখনি অঞ্চল, নাগপুর, নর্মদা উপত্যকা, রেওয়া ইত্যাদি স্থান হইতে যে-সকল জীবাশ্ম পাওয়া গিয়াছে তাহাদের মধ্যে প্রধানগুলি হইল—**সাইজোনিউরা গণ্ডওয়ানেনসিস** (*Schizoneura gondwanensis*), **ফাইলোথিকা ইণ্ডিকা** (*Phyllotheca indica*), **স্ফেনোফাইলাম স্পিসিওসাম** (*Sphenophyllum speciosum*), **অ্যালিথপটেরিস**

* তবে বরাকরের মতো ইহা ততটা কয়লা-সমৃদ্ধ নহে।

(*Alethopteris*), **গ্লসপটেরিস** (*Glossopteris*), **গ্যাংগামপটেরিস** (*Gangamopteris*), **ভার্টিব্রেরিয়া** (*Vertebraria*), **স্ফেনপটেরিস** (*Sphenopteris*), **পেকপটেরিস** (*Pecopteris*), **টিনিওপটেরিস** (*Taeniopteris*), **নিগেরাথিওপসিস হিসলোপি** (*Noeggerathiopsis hislopi*), **রিপিডপসিস ডেনসিনার্ভিস** (*Rhipidopsis densinerves*), **ভলট্জিয়া সিওয়ার্ডি** (*Voltzia sewardi*), **সামারপসিস** (*Samaropsis*), **প্যালিওভিট্টারিয়া** (*Palaeovittaria*), **বেলেম্নপটেরিস** (*Belemnopteris*), **ডিকটিওপটেরিডিয়াম** (*Dictyopteridium*), **ড্যাডক্সাইলন** (*Dadoxylon*)—কাষ্ঠ জীবাশ্ম, ইত্যাদি। সাম্প্রতিক কালে, প্রায় ২৫ বছরের ভিতর রাণীগঞ্জ সংঘ হইতে প্রচুর উদ্ভিদ অণুজীবাশ্ম বর্ণিত হইয়াছে। ইহাদের প্রধান বৈশিষ্ট্য হইল সপক্ষ পরাগ-রেণু (winged pollen), বিশেষ করিয়া দ্বিপক্ষ রেখিত পরাগ-রেণুর প্রাচুর্য (biwinged striate pollen)। কেহ কেহ মনে করেন যে ইহারা গ্লসপটেরিস পত্রের সহিত সম্পর্ক বহন করে। প্রসঙ্গত বলা যাইতে পারে যে উদ্ভিদ অণুজীবাশ্ম নিম্ন গণ্ডোয়ানাভুক্ত চারিটি সংঘ হইতে প্রচুর পরিমাণে বর্ণিত হইয়াছে এবং বর্তমানে উহাদের ভিত্তিতে এই চারিটি সংঘকে পরস্পর হইতে পৃথক্ করিবার জন্য কার্যকরী প্রণালী নির্ণয়ের চেষ্টা চলিতেছে। রাণীগঞ্জ সংঘের দু-একটি উল্লেখযোগ্য জীবাশ্ম পরাগ-রেণু হইল **স্ট্রায়াটাইটিস** (*Striatites*), **স্ট্রায়াটোপোডোকার্পাইটিস** (*Striatopodocarpites*), **ফাউনিপোলেনাইটিস** (*Faunipollenites*), **লেভিগ্যাটোস্পোরাইটিস** (*Laevigatosporits*), **পাংকট্যাটিস্পোরাইটিস** (*Punctatisporites*), **গ্রান্যুল্যাটিস্পোরাইটিস** (*Granulatisporites*) ইত্যাদি। পূর্বে অনেক সময় ভারী মণিক উপাদানের ভিত্তিতেও রাণীগঞ্জ সংঘ এবং অন্যান্য নিম্ন গণ্ডোয়ানা সংঘের মধ্যে বৈশিষ্ট্য নির্ধারণের চেষ্টা করা হইয়াছে। রাণীগঞ্জ সংঘ গার্নেট উপাদানে অপেক্ষাকৃত সমৃদ্ধ। সাধারণ শিলাপ্রকৃতি, উদ্‌ভেদ-প্রকৃতি, রূপগত বৈশিষ্ট্য ইত্যাদি বিচার করিলে দেখা যায় যে তালচির বা বরাকর সংঘের মতো রাণীগঞ্জ সংঘ ভারতের বিভিন্ন অংশে সেরূপ সুবিস্তৃত নহে, ইহা মূলত প্রধান গণ্ডোয়ানা অঞ্চলেই সীমাবদ্ধ। এ ছাড়া, বরাকর বা তালচির সংঘের মতো শিলারূপগত নিত্যতা রাণীগঞ্জ সংঘের মধ্যে নাই, ইহার শিলাপ্রকৃতি পরিবর্তনশীল।

স্তরীয় অবস্থান, উদ্ভিদ-জীবাশ্ম, অণুজীবাশ্ম ইত্যাদির ভিত্তিতে রাণীগঞ্জ সংঘের ভূতত্ত্বীয় বয়স নবপার্মিয়ান বলিয়া বিবেচিত হইয়াছে। দক্ষিণ

রেওয়াতে রাণীগঞ্জ উদ্ভিদকুল-যুক্ত একটি স্তর হইতে প্রাপ্ত মেরুদণ্ডী জীবাশ্ম **রাইনেসুকাস** (*Rhinesuchus*) [ইহা দক্ষিণ আফ্রিকার কারু গোষ্ঠীর ঊর্ধ্ব পার্মিয়ান স্তরে পাওয়া যায়] এবং সাতপুরা অঞ্চলে রাণীগঞ্জ-সমসাময়িক স্তর বিজোরি সংঘ হইতে প্রাপ্ত **গণ্ডোয়ানোসরাস বিজোরিয়েনসিস** (*Gondwanosaurus bijoriensis*) উক্ত সিদ্ধান্তকে সমর্থন করে।

(ছ) **পাঞ্চেৎ সংঘ** (Panchet Formation)—রাণীগঞ্জ কয়লাখনি অঞ্চলের দক্ষিণ অংশে অবস্থিত পাঞ্চেৎ পর্বত হইতে এই শিলাসংঘের নামকরণ হইয়াছে। এই পর্বতে, আশেপাশের নিম্নভূমিতে এবং রাণীগঞ্জ কয়লাখনি অঞ্চলের বিভিন্ন অংশে, বিশেষত দক্ষিণাংশে, পাঞ্চেৎ সংঘের উদ্‌ভেদ দেখিতে পাওয়া যায়। পাঞ্চেৎ সংঘের নিম্নপ্রান্ত, অর্থাৎ রাণীগঞ্জ সংঘের সহিত ইহার সংযোগ, অতি গুরুত্বপূর্ণ। কারণ, এই সংযোগ-তলকে অনেকে নিম্ন ও ঊর্ধ্ব গণ্ডোয়ানার সীমারেখা বলিয়া গণ্য করেন। যদিও এই সীমারেখা মূলত উদ্ভিদ-জীবাশ্মের ভিত্তিতে চিহ্নিত করা হইয়াছে, তথাপি এই পর্যায়ে একটি অবক্ষেপণ বিরতিও আছে বলিয়া বিশ্বাস করা হয়। রাণীগঞ্জ কয়লাখনি অঞ্চলের পূর্ব প্রান্তে রাণীগঞ্জ ও পাঞ্চেৎ সংঘের মধ্যে স্তরীয় অসংগতির প্রমাণ পাওয়া গিয়াছে। করণপুরাতে অবশ্য রাণীগঞ্জ ও পাঞ্চেতের মধ্যে সীমানাটি সংগতিপূর্ণ। আবার পশ্চিমদিকে বোকারো কয়লাখনিতে পাঞ্চেতের নিম্নপ্রান্তে অসংগতির চিহ্ন রহিয়াছে, আরও পশ্চিমে সাতপুরা এবং মধ্যভারত অঞ্চলে গণ্ডোয়ানা স্তরের পরীক্ষা হইতে জানা গিয়াছে যে পাঞ্চেৎ ও রাণীগঞ্জ এই দুই কালের সন্ধিক্ষণে নিম্ন মানের বিপর্যয় উপদ্বীপ ভারতে ঘটিয়াছিল। ইহার ফলে অনেক স্তর উচ্চ নতি লাভ করে, বলিত হয় এবং ভ্রষ্ট হয় (ফুকশ্যাংক, ১৯৩৬)। মোট কথায় বলা যায়, রাণীগঞ্জ-পাঞ্চেৎ সীমানার প্রকৃতি ভারতের বিভিন্ন অংশে বিভিন্ন রকমের।

পাঞ্চেৎ সংঘের নিম্নাংশ অভ্রাল, সবজে বা খাকিবর্ণ, সুস্তরায়িত (well-bedded) পলিপাথর (siltstone) এবং পাতলা হলদে বেলেপাথরের স্তর দ্বারা গঠিত। মধ্য স্তরে চকোলেটবর্ণ পলিপাথরের স্তর পাওয়া যায় এবং বেলেপাথরের স্তরগুলি গভীরতর হইয়া ওঠে। ঊর্ধ্ব পাঞ্চেৎ বিভাগে ফিকে হলদে বা ধূসরবর্ণ বেলেপাথর এবং কিছু পাতলা লাল রঙের সেল-স্তর দেখিতে পাওয়া যায়। নিম্ন গণ্ডোয়ানার বরাকর বা রাণীগঞ্জের সহিত পাঞ্চেৎ সংঘের উপাদানগত যথেষ্ট বৈষম্য আছে; পাঞ্চেতের মধ্যে কয়লা-স্তর নাই, পাঞ্চেতের শিলাস্তরগুলি (বেলেপাথর) অনেক বেশী অভ্রাল এবং পাঞ্চেতের মধ্যে লাল রঙের সেল-স্তর আছে। কংগ্লোমারেট শিলা পাঞ্চেতের মধ্যে অতি অল্প পাওয়া যায়, ঊর্ধ্ব প্রান্তের নিকট। পাঞ্চেৎ সংঘের শৈলপ্রকৃতি এবং জৈবপ্রকৃতি আলোচনা করিয়া কেহ কেহ বলিয়াছেন যে ইহা একটি অনার্দ্র এবং উষ্ণ

জলবায়ু বলয়ের অবক্ষেপ। কিন্তু পাঞ্চেৎ বেলেপাথর দেহগুলির এবং সেলস্তরগুলির প্রকৃতি হইতে আধুনিক বিচারে মনে হয় উক্ত সিদ্ধান্তের খুব যুক্তিপূর্ণ ভিত্তি নাই। তবে পাঞ্চেৎ কালে যে অতীতের তুলনায় বেশ ভূতত্ত্বীয় পরিবর্তন হইয়াছিল, তাহা পাঞ্চেতের জীবাশ্ম-সঞ্চয় হইতে অনেকটা* প্রতীয়মান হয়।

পাঞ্চেৎ সংঘের মধ্যে উদ্ভিদ-জীবাশ্ম অতি দুর্লভ, প্রায় অনুপস্থিত। দু-একটি উল্লেখযোগ্য উদ্ভিদ-জীবাশ্ম হইল **ড্যানিয়পসিস** (*Daniopsis*), **পেকপটেরিস** (*Pecopteris*), **সাইক্লপটেরিস** (*Cyclopteris*), **গ্লসপটেরিস** (*Glossopteris*), **সাইজোনিউরা** (*Schizoneura*), **ভার্টিব্রেরিয়া** (*Vertebraria*), ইত্যাদি। যথেষ্ট মেরুদণ্ডী জীবাশ্ম অবশ্য পাঞ্চেৎ সংঘ হইতে পাওয়া গিয়াছে এবং তাহাদের ভিত্তিতে সহজেই ইহার ভূতত্ত্বীয় বয়স নির্ধারণ করা যায়। ইহাদের মধ্যে উল্লেখযোগ্য হইল **লিস্ট্রো-সরাস** (*Lystrosaurus*)—একটি সরীসৃপ, **ইন্দোব্র্যাকিওপ্‌স্‌** (*Indobrachyops*)—একটি উভচর এবং **চেসমাটোসরাস** (*Chasmatosaurus*); ইহারা দক্ষিণ আফ্রিকার কারু গোষ্ঠীর **লিস্ট্রোসরাস** অঞ্চলের সহিত পারম্পর্য নির্দেশ করে। এই ভিত্তিতে পাঞ্চেৎ সংঘের বয়স নিম্ন পুরাট্রায়াসিক। মধ্য ভারতের মংগ্লি সংঘ (পাঞ্চেতের সমকালীন) হইতে প্রাপ্ত উভচর জীবাশ্ম **ব্র্যাকিওপ্‌স্‌ ল্যাটিসেপ্‌স্‌** (*Brachyops laticeps*) এই সিদ্ধান্ত সমর্থন করে। পাঞ্চেৎ সংঘের মধ্যে প্রাপ্ত আর-একটি সাধারণ জীবাশ্ম হইল—**এসথেরিয়া** (*Estheria*)। উদ্ভিদ অণু-জীবাশ্মের কয়েকটি সংবাদ পাওয়া গিয়াছে।

(জ) **বহিঃপাঞ্চেৎ সংঘ** (Supra-Panchet Formation)—রাণীগঞ্জ কয়লাখনি অঞ্চলের দক্ষিণ প্রান্তে পাঞ্চেৎ সংঘের উপর অসংগত ভাবে অধিশয়িত একটি প্রায় অনুভূমিক অথবা অল্পনত স্তর দেখিতে পাওয়া যায়। ইহার বয়স সম্ভবত ঊর্ধ্ব গণ্ডোয়ানা, ইহাকে বহিঃপাঞ্চেৎ সংঘ বলিয়া উল্লেখ করা হয়। ঠিক ঊর্ধ্ব গণ্ডোয়ানার কোন স্তরীয় পর্যায়ে ইহার স্থান সে-কথা নিশ্চিতরূপে বলা শক্ত, কারণ এই স্তরের মধ্যে যে দু-একটি উদ্ভিদ জীবাশ্ম পাওয়া গিয়াছে সেগুলিকে সনাক্ত করা কঠিন। তবে ইহার ভৌম অসংগতি, স্তরীয় অবস্থান, শিলা-প্রকৃতি ইত্যাদি সকল কিছু বিচার করিয়া বর্তমানে নবজুরাসিক ইহার সম্ভাব্য বয়স বলিয়া স্থির করা হইয়াছে। এই স্তরটির

---

* পাঞ্চেৎ সংঘের শিলাপরীক্ষা হইতে দেখা যায় পূর্ববর্তী নদীজাত স্তরগুলির মতো ইহার মধ্যেও দুইটি শিলারূপ আছে—নালীজাত বেলেপাথর (channel sands) এবং আন্তঃনালীয় সেল (interchannel shale)।

গভীরতা ১২০০ ফুটের অধিক নহে। পাঞ্চেৎ, গৌরাঙ্গি এবং বিহারিনাথ এই তিনটি পর্বতের শৃঙ্গে ইহার উদ্‌ভেদ দেখা যায় এবং ঐ সকল উদ্‌ভেদের সম্মিলিত ক্ষেত্রফল ৪ বর্গ-মাইলের অধিক নহে। বহিঃপাঞ্চেৎ সংঘের উপর আর কোন গণ্ডোয়ানা স্তর পাওয়া যায় না। অতএব ইহা স্পষ্টই বুঝা যায় যে রাণীগঞ্জ কয়লাখনি অঞ্চলে ঊর্ধ্ব গণ্ডোয়ানা স্তরক্রম একেবারেই অসম্পূর্ণ। ঊর্ধ্ব গণ্ডোয়ানার আদর্শ রূপায়ণ দেখা যায় বিহারের রাজমহল আন্তঃট্র্যাপ স্তরে, জব্বলপুর সংঘে, মধ্য ভারতের কয়েকটি স্থানে, গোদাবরী উপত্যকায় ও গুজরাটে। গুজরাটের অন্তর্গত কচ্ছের উমিয়া উদ্ভিদ-স্তরটি গণ্ডোয়ানা দলের ঊর্ধ্বসীমা নির্ধারণ করিয়াছে। এখানে ঊর্ধ্ব গণ্ডোয়ানা উদ্ভিদের সহিত সামুদ্রিক অ্যামোনাইট জীবাশ্মের সংমিশ্রণ পাওয়া গিয়াছে। এই ভিত্তিতে গণ্ডোয়ানার ঊর্ধ্ব সীমাকে ঊর্ধ্ব পুরাক্রীটেশাস বলিয়া স্থির করা হইয়াছে।

বহিঃপাঞ্চেৎ সংঘের শিলালক্ষণ (lithology) হইল নুড়িযুক্ত মোটা দানার বেলেপাথর এবং অপেক্ষাকৃত কম পরিমাণে কালচে লাল ক্লে; ইহার সহিত কংগ্লোমারেট-জাতীয় স্তর ও লৌহপ্রধান, ফেল্‌স্‌পারযুক্ত বেলেপাথরও মিশ্রিত আছে। বহিঃপাঞ্চেৎ সংঘটির সহিত রাজমহল পর্বতের দুবরাজপুর স্তর এবং মধ্য ভারতের মহাদেব সংঘের নিম্নস্তরের (পাচ্‌মারি) যথেষ্ট সাদৃশ্য আছে।

(ঝ) **আগ্নেয় উদ্‌বেধ**—দুইপ্রকার আগ্নেয় উদ্‌বেধ রাণীগঞ্জ কয়লাখনি অঞ্চল এবং ভারতের অন্যান্য বহু গণ্ডোয়ানা অঞ্চলেই দেখিতে পাওয়া যায়— (১) ক্ষারীয় অথবা বেসল্ট-ডলেরাইট, (২) অতিক্ষারীয় বা অভ্র-ল্যাম্প্রোফায়ার (mica-lamprophyre)। ডলেরাইট এবং বেসল্টের উপ-পাতালিক (hypabyssal) উদ্‌বেধ সিল ও ডাইকের আকারে প্রায় সকল গণ্ডোয়ানা অঞ্চলেই দেখিতে পাওয়া যায়। রাণীগঞ্জ অঞ্চলের ও সংলগ্ন দামোদর অববাহিকার ডলেরাইট গোষ্ঠী রাজমহল অগ্ন্যুৎপাতের সহিত সংশ্লিষ্ট বলিয়া মনে হয়, অর্থাৎ ইহার বয়স পুরাক্রীটেশাস। ডলেরাইট-দেহগুলি কয়লা-স্তরের সংস্পর্শে আসিলে সীমিত অঞ্চলে উহাদের ক্ষতিগ্রস্ত করিয়াছে। অভ্র-ল্যাম্প্রোফায়ার ডাইক ও সিল রাণীগঞ্জ কয়লাখনি অঞ্চলে এবং অন্যান্য বহু স্থানে খুবই সাধারণ দেখা যায়। ইহারা অধিকাংশ ক্ষেত্রেই পরিবর্তিত হইয়া গিয়াছে। কয়লা-স্তর এই ধরণের আগ্নেয়-শিলার সংস্পর্শে আসিলে সাধারণত ঝামাতে পরিণত হইয়াছে। এইভাবে বহু কয়লার ক্ষতি সাধিত হইয়াছে। ডলেরাইটের চেয়ে ল্যাম্প্রোফায়ার কয়লার পক্ষে অনেক বেশী ক্ষতিকর। বয়সের দিক দিয়া উভয় উদ্‌বেধী গোষ্ঠী প্রায় সমসাময়িক। তবে ল্যাম্প্রোফায়ার উদ্‌বেধ কেবল গণ্ডোয়ানা স্তরকেই উদ্বিদ্ধ করিয়াছে এবং উহারা কয়েকটি ভ্রংসের সহিত

সংশ্লিষ্ট ; অপরপক্ষে ডলেরাইট গোষ্ঠী স্রংসের প্রভাব হইতে মুক্ত এবং উহারা গণ্ডোয়ানা ও আর্কিয়ান উভয় স্তরকেই উদ্বিদ্ধ করিয়াছে।

6·5 ঝরিয়া কয়লাখনি অঞ্চলের গণ্ডোয়ানা স্তরক্রম
(Gondwana succession of the Jharia coalfield)

(ক) ঝরিয়া কয়লাখনি অঞ্চল ও তাহার ভূতত্ত্বীয় প্রকৃতি— বিহারের ধানবাদ জেলার অন্তর্গত কয়লা-নগরী ঝরিয়ার উপকণ্ঠে যে নিম্ন গণ্ডোয়ানা কয়লাখনিগুলি গড়িয়া উঠিয়াছে, তাহাদের অঞ্চলকে বলা হয় ঝরিয়া কয়লাখনি অঞ্চল। ইহা ভারতের সর্বপ্রধান কয়লাখনি অঞ্চল, সমগ্র দেশের মোট কয়লা উৎপাদনের ৪০ শতাংশ এইখানে পাওয়া যায়। রাণীগঞ্জ কয়লাখনি অঞ্চলের পশ্চিমে প্রায় ১৫ মাইল আর্কিয়ান উদ্‌ভেদের ব্যবধানে ঝরিয়া কয়লাখনি অঞ্চল অবস্থিত। ইহা রাণীগঞ্জ কয়লাখনি অঞ্চলের চেয়ে ক্ষুদ্রতর, ইহার দৈর্ঘ্য পূর্ব-পশ্চিমে প্রায় ২৪ মাইল, প্রস্থ অনূর্ধ্ব ১২ মাইল এবং ইহার অন্তর্ভুক্ত গণ্ডোয়ানা উদ্‌ভেদের মোট ক্ষেত্রফল প্রায় ১৭৫ বর্গ-মাইল।

ঝরিয়া অঞ্চলের ভূতত্ত্বীয় গঠন ও প্রকৃতি প্রায় সর্বাংশে রাণীগঞ্জ অঞ্চলের অনুরূপ। পার্থক্যগুলি খুবই হাল্‌কা। ঝরিয়ার গণ্ডোয়ানা স্তরক্রমে পাওয়া যায় আর্কিয়ান নাইসের উপর অসংগত ভাবে বিন্যস্ত তালচির সংঘ, তাহার উপর যথাক্রমে বরাকর সংঘ, ব্যারেন মেসার্স সংঘ এবং রাণীগঞ্জ সংঘ। কোন ঊর্ধ্ব গণ্ডোয়ানা স্তর এখানে নাই। ঝরিয়ার কয়লাখনি অঞ্চলের দক্ষিণ প্রান্তে একটি দীর্ঘ এবং ঋজু স্রংস দেখিতে পাওয়া যায়। গণ্ডোয়ানা স্তরগুলির নতি সাধারণত এই স্রংস রেখার নিকটে কেন্দ্রাভিমুখী। ঝরিয়া কয়লাখনি অঞ্চলের মধ্যে রাণীগঞ্জ অঞ্চলের মতোই একটি ছোট আর্কিয়ান আন্তরক (inlier) দেখিতে পাওয়া যায়। ঝরিয়া অঞ্চলের সীমানার মধ্যে একাধিক আয়াম-স্রংস (strike fault) এবং তির্যক-স্রংস (oblique fault) দেখা যায়।

ঝরিয়া অঞ্চলের স্তরক্রম ঃ—

সাম্প্রতিক কালের পলিমাটি

— অসংগতি —

রাণীগঞ্জ সংঘ (১৭৫০′)	লোহ্‌পিটি বেলেপাথর তেলমুচা কয়লা-বাহী স্তর জামডিহা বেলেপাথর মুরুলিডি কয়লা-বাহী স্তর
ব্যারেণ মেসার্স সংঘ (১৯০০′)	মাহ্‌দা বেলেপাথর হরিহরপুর অঙ্গারময় সেল পেটিয়া বেলেপাথর শিববুদির সেল
বরাকর সংঘ (১৯০০′)	জোড়াপুকুর কয়লা-স্তর জাগতা কয়লা-স্তর নার্ডকাঁক কয়লা-স্তর মাটিয়াগাড়িয়া কয়লা-স্তর

তালচির সংঘ (৮০০′)

— অসংগতি —

আর্কিয়ান শিলাস্তর

(খ) **ঝরিয়ার স্তরক্রমের বর্ণনা**—ঝরিয়ার গণ্ডোয়ানা স্তরের প্রকৃতি ও ও বিন্যাস অনেকাংশেই রাণীগঞ্জ কয়লাখনি অঞ্চলের গণ্ডোয়ানা স্তরক্রমের অনুরূপ। অতএব কেবলমাত্র বৈষম্য এবং বিশেষ বৈশিষ্ট্যগুলি এখানে উল্লেখ করা হইবে।

তালচির সংঘ—উত্তর-পশ্চিম এবং পশ্চিমাংশে পাওয়া যায়। এখানে তালচিরের অন্তঃস্তরে একটি সম্ভাব্য হিমঘর্ষিত আঙ্গিনা (glaciated pavement) পাওয়া গিয়াছে। তালচিরের শীর্ষে বরাকর সংঘের প্রাবরণ-অসংগতি (overlap-unconformity) দেখা যায়। কোন জীবাশ্ম বর্ণিত হয় নাই।

বরাকর সংঘ—ঝরিয়ার কয়েকটি কয়লা-স্তর হইতে ভারতের সর্বশ্রেষ্ঠ জাতের কয়লা পাওয়া যায়। সাধারণ প্রকৃতি রাণীগঞ্জ অঞ্চলের বরাকর সংঘের সদৃশ। জীবাশ্ম ও অণুজীবাশ্মে সমৃদ্ধ।

ব্যারেণ মেসার্স সংঘ—রাণীগঞ্জ অঞ্চলের আয়রণষ্টোন-সেল সংঘের সহিত ইহা সমপর্যায়ভুক্ত। ঐ সংঘের তিনটি সভ্য ছাড়া একটি অতিরিক্ত সভ্য এখানে পাওয়া যায়—মাহ্‌দা বেলেপাথর। ইহার মধ্যে মূল্যবান কয়লা-

*স্তর বিশেষ নাই বলিয়া ইহার নাম দেওয়া হইয়াছিল ব্যারেণ মেসার্স (ফক্স)। ইহা রাণীগঞ্জের আয়রণষ্টোন সংঘের ন্যায় লৌহ উপাদানে সমৃদ্ধ নহে।**

রাণীগঞ্জ সংঘ—রাণীগঞ্জ কয়লাখনি অঞ্চলের তুলনায় ঝরিয়াতে রাণীগঞ্জ সংঘের কয়লা-সম্পদ অনেক কম। ঝরিয়ার কয়লা-স্তরগুলির সংখ্যা ও গভীরতা দুইই কম। ঝরিয়ার রাণীগঞ্জ স্তর ভূ-সংক্ষোভের জন্য অনেক জায়গায় উচ্চ নতি লাভ করিয়াছে। ইহার ফলে খনিক্রিয়ার (mining) অনেক ব্যাঘাত ঘটিয়াছে। রাণীগঞ্জ সংঘের শীর্ষপ্রান্ত ক্ষয়গ্রস্ত। ইহার উপরে কোন গণ্ডোয়ানা শিলাস্তর নাই।

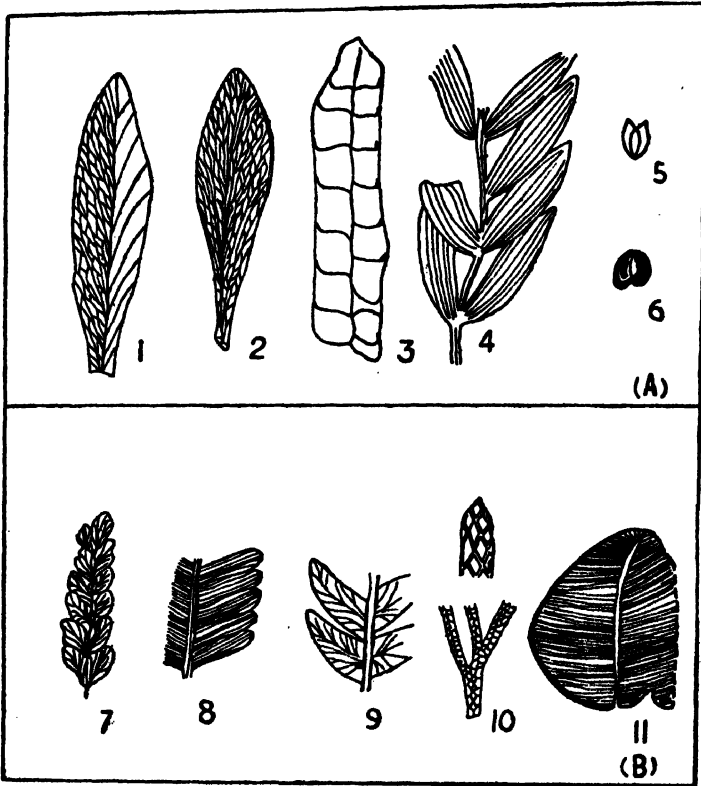
6·6 গণ্ডোয়ানা শিলাস্তরে আর্থিক সঞ্চয় (economic deposits in the Gondwana strata)

(ক) **কয়লা**—গণ্ডোয়ানা শিলাস্তর ভারতের কয়লা-সম্পদের প্রধান উৎস। আসামের টার্শারি যুগের কয়লা ইহার তুলনায় অকিঞ্চিৎকর। কয়লাস্তর নিম্ন এবং ঊর্ধ্ব দুইটি গণ্ডোয়ানা উপদলের মধ্যেই সঞ্চিত আছে, কিন্তু বরাকর এবং রাণীগঞ্জ এই দুই সংঘের সঞ্চয়ই অপেক্ষাকৃত মূল্যবান। বরাকর সংঘের মধ্যে প্রায় সর্বত্রই কয়লা পাওয়া যায়, রাণীগঞ্জ সংঘ রাণীগঞ্জ কয়লাখনি অঞ্চলে যেরূপ সমৃদ্ধ অন্যত্র সেরূপ নহে। প্রায় ১০ ইঞ্চি গভীরতার কয়লাস্তর পর্যন্ত হিসাব করিলে বর্তমানে গণ্ডোয়ানা স্তরের কয়লা সঞ্চয়ের পরিমাণ প্রায় ৯,০০০ কোটি টনের মতো। অ্যানথ্রাসাইট কয়লা অবশ্য গণ্ডোয়ানা স্তরে বিরল। ধাতুশিল্পের এবং বয়লারের উপযোগী প্রথম শ্রেণীর কয়লার কোন অভাব নাই।

(খ) **ক্লে**—বিভিন্ন প্রকারের ক্লে স্তর গণ্ডোয়ানার মধ্যে পাওয়া যায়। বরাকর সংঘের সম্পদ বিশেষত উল্লেখযোগ্য। ফায়ারক্লে (fireclay) শিলাটি দুর্গল (refractory) ইষ্টক প্রস্তুতির কাজে লাগে। রাণীগঞ্জ, ঝরিয়া ও অন্যত্র ইহার কারখানা আছে। রাজমহলের মংগলহাট নামক স্থানে বরাকর সংঘের মধ্যে প্রাপ্ত সাদা চীনা ক্লে হইতে বাসনাদি নানাপ্রকার সরঞ্জাম প্রস্তুত হইয়া থাকে। ইহা ছাড়া অনেকপ্রকার ক্লে পাওয়া যায়। মধ্যপ্রদেশের জব্বলপুর-কাটনি অঞ্চলে প্রাপ্ত 'ফুলার্স আর্থ' পরিষ্কারকরূপে ব্যবহৃত হয়। মাদ্রাজের নিকট বেন্টোনাইট পাওয়া যায় ঊর্ধ্ব গণ্ডোয়ানা স্তরে, উহা বিরঞ্জক রূপে (এম, এস, কৃষ্ণন, ১৯৬৮ ; ২৮২ পৃঃ) ব্যবহৃত হয়।

(গ) **লৌহ-আকরিক**—রাণীগঞ্জের নিম্ন গণ্ডোয়ানা কালের আয়রণ-

* বথরোডেনড্রন (*Bothrodendron*) ও অন্যান্য জীবাশ্ম এবং বহু উদ্ভিদ-অণুজীবাশ্ম পাওয়া গিয়াছে।

ষ্টোন সংঘ কার্বনেট এবং অক্সাইড লোহ আকরিকের জন্য বিখ্যাত। বরাকর আয়রণ ওয়ার্কস এবং বেঙ্গল আয়রণ কোং এই আকরিক হইতে বহু লোহ নিষ্কাশন করিয়াছে। হুতার এবং আউরংগা কয়লাখনি অঞ্চলেও অনুরূপ লৌহশিলার উপস্থিতি লক্ষ্য করা গিয়াছে। কামথি এবং মহাদেব সংঘের মধ্যে কিছু লৌহসমৃদ্ধ বেলেপাথর আছে।

চিত্র 4—গণ্ডোয়ানা কালের কয়েকটি বিশিষ্ট ভারতীয় উদ্ভিদ-জীবাশ্ম :
(A) নিম্ন গণ্ডোয়ানা : (1) গ্লসপটেরিস (2) গ্যাংগামপটেরিস
(3) ভার্টিব্রেরিয়া (4) সাইজোনিউরা (5) সামারপ্‌সিস
(6) কর্ডেইকার্পাস
(B) উর্ধ্ব গণ্ডোয়ানা : (7) ডাইক্রয়ডিয়াম (8) টাইলোফাইলাম
(9) ক্ল্যাডোফ্লেবিস (10) ব্র্যাকিফাইলাম (11) টিনিওপটেরিস

(ঘ) **বেলেপাথর**—বরাকর, রাণীগঞ্জ, কামথি এবং মহাদেব সংঘের বেলেপাথর বহু স্থানেই গৃহশিলা (building stone) হিসাবে আকরিত

(mined) হয়। অবশ্য গণ্ডোয়ানা বেলেপাথর গৃহশিলা হিসাবে বিন্ধ্য স্তরের বেলেপাথরের সহিত তুলনীয় নয়। পুরী, ভুবনেশ্বর এবং কোণারকের অনেক মন্দির গণ্ডোয়ানা স্তরভুক্ত আথ্‌গড় বেলেপাথরে প্রস্তুত হইয়াছে। ভুবনেশ্বরের নিকটবর্তী খণ্ডগিরির গুহাও এই বেলেপাথর স্তরের মধ্যে খোদাই করা। বরাকর সংঘের কিছু কিছু বেলেপাথর জাঁতাশিলা হিসাবে এবং অনুরূপ প্রয়োজনে ব্যবহৃত হয়।

গ্রন্থপঞ্জী

দ্বিতীয় অধ্যায়ের শেষে উল্লিখিত ১নং, ২নং, এবং ৪নং গ্রন্থ (২য় খণ্ড) এবং নিম্নলিখিত পুস্তকটি দ্রষ্টব্য :

পি, এল, রবিনসন (১৯৬৭)—রিভিউ অব্ দি ইণ্ডিয়ান গণ্ডোয়ানাস, ইউনেস্কো প্রকাশন, প্যারিস।

সপ্তম অধ্যায়

ভারতের মধ্যজীবীয় স্তর (Mesozoic strata of India)

7·1 ভূমিকা (introduction)

যদিও ভারতের হিমালয় অঞ্চলে এবং ইউরোপের কোন কোন স্থানে পুরাজীবীয় এবং মধ্যজীবীয় স্তরের সীমানাতে কোন প্রবল গাঠনিক অসংগতি লক্ষ্য করা যায় না, তথাপি মধ্যজীবীয় অধিযুগের সূচনাতে যে কতকগুলি ব্যাপক ভূতত্ত্বীয় পরিবর্তন ঘটিয়াছিল সে কথা অনস্বীকার্য। পূর্বেই বলা হইয়াছে যে মধ্যজীবীয় অধিকল্পে টেথিস মহাসমুদ্র ইহার পূর্ণ আয়তন লাভ করিয়াছিল। হিমালয় এবং আল্প্‌সের সুগভীর সামুদ্রিক চুনাপাথর অবক্ষেপ এবং তাহার অন্তর্ভুক্ত ব্র্যাকিওপোড-সেফালোপোড প্রাণিকুল ইহার প্রমাণ। জুরাসিক যুগের মাঝামাঝি সময়ে একবার সামুদ্রিক সংকোচন হইয়াছিল এবং টেথিস বলয়ে উহা ক্যালোভিয়ান অসংগতি (Callovian unconformity) রূপে চিহ্নিত আছে। ভারতীয় উপদ্বীপের উপকূল অঞ্চলে অবশ্য জুরাসিক যুগে এবং ক্রীটেশাস যুগে সামুদ্রিক উচ্ছ্বাস দেখা দিয়াছিল। মধ্যজীবীয় যুগের আর একটি উল্লেখযোগ্য ঘটনা, সম্ভবত ইহা নব জুরাসিক কালের, গণ্ডোয়ানা মহাদেশের ভাংগন। গণ্ডোয়ানা মহাদেশ এই সময় কয়েকটি খণ্ডে বিভক্ত হইয়া যায় এবং ঐ খণ্ডগুলি দীর্ঘ সঞ্চরণের ফলে দক্ষিণ গোলার্ধের বিভিন্ন মহাদেশগুলির আকার ও অবস্থান লাভ করে। নব জুরাসিক অথবা পুরাক্রীটেশাস যুগের সামুদ্রিক অবক্ষেপের উপস্থিতি হইতে প্রতীয়মান হয় যে ভারতীয় উপদ্বীপের পূর্ব উপকূল এই সময়ে রচিত হইয়াছিল। ইহার অব্যবহিত পরেই, সম্ভবত নিম্ন পুরাক্রীটেশাস কালে, বিহার-আসাম অঞ্চলে বিস্তীর্ণ অগ্ন্যুৎপাত ঘটে (রাজমহল ও সিলেট ট্র্যাপ)। ইহার পরবর্তী পর্যায়ে এক বৃহত্তর অগ্ন্যুৎপাত মধ্যজীবীয় কালের শেষে এবং নবজীবীয়ের সূচনাতে উপদ্বীপের বিস্তীর্ণ অঞ্চল লাভা-প্লাবিত করিয়াছিল (ডেকান ট্র্যাপ)। হিমালয় পর্বতের দীর্ঘমেয়াদী উত্থানপর্ব অনেকের মতে মধ্যজীবীয় কালের শেষভাগেই সুরু হইয়াছিল ; নবক্রীটেশাস উপযুগ হিমালয়-গিরিজনির প্রথম অধ্যায় বলিয়া কেহ কেহ মনে করেন। জীবজগতের বৈশিষ্ট্যগুলির মধ্যে প্রথমেই উল্লেখযোগ্য পুরাজীবীয় অধিযুগান্তে স্পিরিফার-প্রোডাক্টস ব্র্যাকিওপোড গোষ্ঠীর বিলোপ এবং সেরাটাইট ও অন্যান্য অ্যামোনাইট (সেফালোপোড) গোষ্ঠীর উত্থান।

মধ্যজীবীয় স্তরবিভাগ অ্যামোনাইটদের ভিত্তিতে খুব উত্তমরূপে করা যায়। মেরুদণ্ডীদের জগতে সরীসৃপদের প্রাধান্য মধ্যজীবীয় অধিযুগের একটি বৈশিষ্ট্য। এ ছাড়া, ফোরামিনিফার গোষ্ঠী ক্রীটেশাস যুগে গুরুত্ব লাভ করিয়াছিল। স্তন্যপায়ীরা নবজীবীয় কালে প্রাধান্য লাভ করিলেও মধ্যজীবীয় যুগের প্রথমদিকেই তাহারা আবির্ভূত হইয়াছিল। উদ্ভিদ জগতের উল্লেখযোগ্য ঘটনা হইল, বিশেষত গণ্ডোয়ানা মহাদেশে, সাইকাড ও কনিফার গোষ্ঠীর প্রাধান্য এবং টেরিডোস্পার্ম গোষ্ঠীর পতন। ক্রীটেশাস যুগে সম্ভবত গুপ্তবীজী (angiosperm) উদ্ভিদের আবির্ভাব হইয়াছিল।

মধ্যজীবীয় অধিযুগ তিনটি যুগে বিভক্ত: ট্রায়াসিক, জুরাসিক ও ক্রীটেশাস। আধুনিক মতে এই ভূতত্ত্বীয় যুগগুলির বয়স যথাক্রমে ২৪, ২০ এবং ১৪ কোটি বৎসর। ট্রায়াসিক গোষ্ঠী জার্মানীতে ভালোভাবে উদ্ভিন্ন এবং সেখানে ইহার (বাণ্টের—মুশেলকক্—কয়পার) ত্রিখণ্ডিত বিভাগ গ্রাহ্য করা হয়; এই কারণেই ট্রায়াসিক নাম হইয়াছে। ইউরোপে ট্রায়াসিক গোষ্ঠীর সামুদ্রিক রূপ (আল্প্‌সে) এবং মহাদেশীয় রূপ (বা মিশ্ররূপ, বৃটিশ দ্বীপপুঞ্জ—জার্মানীতে) দুইই দেখা যায়।* ভারতবর্ষে ট্রায়াসিক শিলাস্তরে দুইটি বিশিষ্ট রূপ এবং একটি লঘু রূপ প্রত্যক্ষ করা যায়। সবচেয়ে গুরুত্বপূর্ণ হইল হিমালয়ের উত্তর বলয়ে ট্রায়াসিকের সামুদ্রিক রূপের স্তর (marine facies)। ইহার আদর্শ রূপায়ণ দেখা যায় স্পিটি অঞ্চলে; সেখানে ইহা লাইলাং গোষ্ঠী নামে পরিচিত। ভারতীয় উপদ্বীপে ট্রায়াসিক শিলাস্তরের যে রূপটি প্রত্যক্ষ করা যায় তাহা হইল মহাদেশীয় রূপ (continental facies)। স্বাদুজলজাত 'মধ্য' বা আংশিক উর্ধ্ব গণ্ডোয়ানা স্তর এই মহাদেশীয় ট্রায়াসিক গোষ্ঠীর রূপায়ণ। ট্রায়াসিক স্তরের আর একটি অপেক্ষাকৃত লঘুরূপ দেখিতে পাওয়া যায় নিম্ন হিমালয়ের অজৈবিক বলয়ে—সিমলার নিকটবর্তী ক্রল-তাল স্তরক্রমে এবং পশ্চিমে ও পূর্বে উহার সমসাময়িক স্তরের মধ্যে। ইহাকে ট্রায়াসিকের অজৈবিক রূপ (unfossiliferous facies) বলা যায়। সামুদ্রিক ট্রায়াসিক স্তর বেলুচিস্তান, লবণ পর্বত, কাশ্মীর, পশ্চিম হিমালয়, স্পিটি, কুমায়ুন, নেপাল এবং হিমালয়ের আরও পূর্বে (আরাকান) বিস্তৃত। মহাদেশীয় ট্রায়াসিক স্তর উপদ্বীপ ভারতের পশ্চিমবঙ্গ, বিহার, মধ্যপ্রদেশ, মহারাষ্ট্র ইত্যাদি গণ্ডোয়ানা অঞ্চলে দেখিতে পাওয়া যায়। অজৈবিক ট্রায়াসিক অবশ্য খুবই সীমাবদ্ধ।

* আল্‌সে সামুদ্রিক ট্রায়াসিকের উপবিভাগগুলি নিম্নরূপ: (ক) নিম্ন ট্রায়াসিক (স্কাইথিক অথবা বাণ্টের); (খ) মধ্য ট্রায়াসিক (অ্যানাইসিক অথবা মুশেলকক্ এবং ল্যাডিনিক); (গ) উর্ধ্ব ট্রায়াসিক (কার্নিক, নোরিক ও রেটিক)।

ট্রায়াসিকের পরবর্তী যুগের নাম জুরাসিক। পশ্চিম ইউরোপের জুরা পর্বত হইতে এই নামকরণ হইয়াছে। জুরাসিকের মধ্যে তিনটি বড় বিভাগ—লায়াস (Lias), ডগার (Dogger) এবং মাম (Malm)। অবশ্য বিশিষ্ট জীবাশ্মের সাহায্যে এখন জুরাসিক গোষ্ঠীর মধ্যে অনেকগুলি ক্ষুদ্র বিভাগ করা হইয়াছে। ইহারা হইল,

জুরাসিক	পোর্টল্যাণ্ডিয়ান (Portlandian)	নবজুরাসিক
	কিমারিজিয়ান (Kimmeridgian)	
	অক্সফোর্ডিয়ান (Oxfordian)	
	ক্যালোভিয়ান (Callovian)	মধ্যজুরাসিক
	ব্যাথোনিয়ান (Bathonian)	
	ব্যাজোসিয়ান (Bajocian)	
	আলেনিয়ান (Aalenian)	পুরাজুরাসিক
	টোয়ার্সিয়ান (Toarcian)	
	চারমাউথিয়ান (Charmouthian)	
	সিনেমুরিয়ান (Sinemurian)	
	হেট্টাংগিয়ান (Hettangian)	

ভারতীয় অঞ্চলে জুরাসিক শিলাস্তরে কয়েকটি বিশিষ্ট এবং স্বতন্ত্র রূপ দেখা যায়। প্রথমটি, টেথিস মহীখাত-জাত সামুদ্রিক রূপ; ইহা উত্তর হিমালয়ের বিস্তীর্ণ অঞ্চলে (যেমন কাশ্মীর, স্পিটি, কুমায়ুন, নেপাল ইত্যাদি), লবণ পর্বতে এবং বেলুচিস্তানে দেখিতে পাওয়া যায়। দ্বিতীয়টি হইল উপকূলজাত সামুদ্রিক রূপ; ইহা প্রধানত দেখা যায় কচ্ছ উপকূলে। তৃতীয়টি হইল মহাদেশীয় বা স্বাদুজলজাত রূপ; উপদ্বীপ ভারতের গণ্ডোয়ানা স্তরক্রমের জুরাসিক অংশটি ইহার অন্তর্ভুক্ত। চতুর্থত, নিম্ন হিমালয়ের অজৈবিক রূপ—তাল শ্রেণী; অবশ্য তাল শ্রেণী হইতে সাম্প্রতিক কালে উদ্ভিদ অণুজীবাশ্ম বর্ণিত হইয়াছে। রাজমহল পর্বতের উদ্ভিদবাহী আন্তঃট্র্যাপীয় অবক্ষেপ এবং দক্ষিণ ভারতের পূর্ব উপকূলে কতকগুলি ছোট ছোট সামুদ্রিক অবক্ষেপ এতকাল যাবৎ জুরাসিক যুগভুক্ত বলিয়া গণ্য হইত; কিন্তু সম্প্রতি বলা হইয়াছে যে উহারা সম্ভবত পুরাক্রীটেশাস কালের অবক্ষেপ। জুরাসিক যুগের মাঝামাঝি সময়ে, প্রায় ক্যালোভিয়ান উপযুগে, সামুদ্রিক সংকোচনের জন্য পৃথিবীর বহু স্থানেই অবক্ষেপণের বিরতি ঘটে। হিমালয় অঞ্চলে এবং দক্ষিণ ভারতের গণ্ডোয়ানা স্তরক্রমেও এই মধ্যজুরাসিক বিরতির সুস্পষ্ট চিহ্ন আছে।

কিন্তু কচ্ছ উপকূলে ক্যালোভিয়ান কালের কোন বিরতি দেখা যায় না। বরং, এই অঞ্চলে ঐ সময়ে সামুদ্রিক উচ্ছ্বাস ঘটিয়াছিল বলিয়া বিশ্বাস করা হয়।

মধ্যজীবীয় অধিযুগের শেষ অধ্যায় হইল ক্রীটেশাস যুগ। পশ্চিম ইউরোপের 'চক' (Chalk) নামক স্তরের ইউরোপীয় নাম হইতে ক্রীটেশাস যুগের নামকরণ হইয়াছে। পুরাক্রীটেশাস এবং নবক্রীটেশাস, ক্রীটেশাসের এই দুই প্রধান বিভাগের মধ্যে আবার অনেকগুলি উপবিভাগ আছে। নিম্নে উহাদের উল্লেখ করা হইল :

ক্রীটেশাস	মেস্ট্রিকশিয়ান (Maestrictian)	নবক্রীটেশাস
	সিনোনিয়ান (Senonian)	
	তুরোনিয়ান (Turonian)	
	সিনোম্যানিয়ান (Cenomanian)	
	অ্যালবিয়ান (Albian)	পুরাক্রীটেশাস
	অ্যাপশিয়ান (Aptian)	
	ব্যারেমিয়ান (Barremian)	
	নিওকোমিয়ান (Neocomian)	

ক্রীটেশাস যুগের একটি উল্লেখযোগ্য ঘটনা সিনোম্যানিয়ান সামুদ্রিক উচ্ছ্বাস (Cenomanian transgression)। দক্ষিণ ভারতের করোমণ্ডল উপকূলে (Coromandel coast) এবং আরও কয়েকটি উপকূলবর্তী স্থানে এই সামুদ্রিক উচ্ছ্বাস জীবাশ্ম-বাহী অবক্ষেপ দ্বারা চিহ্নিত দেখা যায়। এই উপকূলজাত সামুদ্রিক অবক্ষেপকে ভারতীয় অঞ্চলের সর্বপ্রধান ক্রীটেশাস স্তররূপ বলা চলে। ইহার সহিত সমজাতীয় এবং প্রায় সমসাময়িক হইল শিলং মালভূমির সামুদ্রিক ক্রীটেশাস অবক্ষেপ ও নর্মদা উপত্যকার সামুদ্রিক ক্রীটেশাস অবক্ষেপ। সম্ভবত পুরাক্রীটেশাসের প্রথমভাগে অথবা নবজুরাসিকের শেষভাগে দক্ষিণ ভারতের পূর্ব উপকূল গঠিত হয়। তবে বোম্বাই-এর পশ্চিমে বর্তমানের আরব সাগর অঞ্চলে তখনও স্থলভাগ বিরাজ করিতেছিল। ভারতীয় ক্রীটেশাসের দ্বিতীয় স্তররূপ হইল উত্তর হিমালয়ের টেথিস বলয়। ইহা হিমালয়ের বিস্তীর্ণ অঞ্চলে উদ্ভিন্ন ; এবং উভয়প্রান্তে অর্থাৎ বেলুচিস্তানে এবং বর্মা-আরাকানেও ইহা বিস্তৃত। টেথিস-হিমালয়ের এবং বেলুচিস্তানের ক্রীটেশাস স্তররূপটি ইউরোপীয় সাদৃশ্য হইতে 'ফ্লিস্' (flysch) নামে বিখ্যাত ; ইহা বেলেপাথর উপাদানে সমৃদ্ধ। এই দুইটি ছাড়াও ক্রীটেশাস শিলাস্তরে স্বাদুজলজ রূপ (ল্যামেটা স্তর, রাজমহল উদ্ভিদ-বাহী স্তর ইত্যাদি) এবং আগ্নেয়রূপ (রাজমহল ট্র্যাপ, দাক্ষিণাত্য ট্র্যাপ)—এই দুইটি স্তররূপ দেখিতে পাওয়া যায়।

7·2 স্পিটি-হিমালয়ের মধ্যজীবীয় স্তরক্রম (Mesozoic strata of Spiti Himalaya)

(ক) **ট্রায়াসিক বা লাইলাং গোষ্ঠী** (Lilang System)—মহীখাতজাত সামুদ্রিক ট্রায়াসিকের পূর্ণতম স্তরক্রম দেখিতে পাওয়া যায় হিমালয়ের স্পিটি ও কুমায়ুন অঞ্চলে। স্পিটি অঞ্চলের লাইলাং নদীর উপত্যকায় এই স্তরের আদর্শ শিলাছেদ দেখা যায় বলিয়া এখানে ট্রায়াসিক গোষ্ঠীর নাম হইয়াছে লাইলাং গোষ্ঠী। হিমালয়ের অক্ষরেখা বা মেরুদণ্ডের উত্তরে অবস্থিত পার্বত্য ভূমিতে লাইলাং গোষ্ঠীর উদ্‌ভেদ। চতুষ্পার্শ্বস্থ উপত্যকা অঞ্চল হইতে ট্রায়াসিক পর্বতগুলি অনেক সময় বিরাট উচ্চতা প্রদর্শন করে। লাইলাং গোষ্ঠী প্রধানত কৃষ্ণবর্ণ সামুদ্রিক চুনাপাথর এবং সেল স্তরে গঠিত। ইহা সামুদ্রিক জীবাশ্মে অতি সমৃদ্ধ। এই স্তরের মোট গভীরতা প্রায় ৪০০০ ফুট। নিম্ন (৪০ ফুট), মধ্য (৪০০ ফুট) এবং উর্ধ্ব (প্রায় ৩৬০০ ফুট) এই তিনটি পর্যায়ে ইহাকে বিভক্ত করা হইয়াছে। হিমালয়ের কয়েকটি স্থানে, যেমন স্পিটি, জোহার, পেনখণ্ডা ও বিয়ান্‌স্, এই ট্রায়াসিক গোষ্ঠীকে উত্তমরূপে অনুশীলন করা হইয়াছে। লাইলাং গোষ্ঠীর পূর্ণ স্তরক্রম নিম্নে বর্ণিত হইল।

ভূতত্ত্বীয় বয়স		স্তরের নাম	স্তরের বর্ণনা	গভীরতা
পুরা জুরাসিক (লায়াস)		কিয়োটো চুনাপাথর	গভীর চুনাপাথর ও ডলোমাইট (স্তরায়ণ-চিহ্ন-বিরল)	১৬০০′
— সংগতি —				
ঊর্ধ্ব ট্রায়াসিক	নোরিক (Noric)	(১৮) চুনাপাথর স্তর	নিস্তরায়িত চুনাপাথর ও ডলোমাইট, জীবাশ্ম-যুক্ত	(৮০০′)
		(১৭) কোয়ার্টজাইট শ্রেণী	সাদা এবং লালচে কোয়ার্টজাইট, ধূসর চুনাপাথর এবং কৃষ্ণবর্ণ সেল	(৩০০′)
		(১৬) মনোটিস সেল	বেলে এবং সেলীয় চুনাপাথর ও বাদামী সেল-বেলেপাথর	(৩০০′)
		(১৫) কোরাল চুনাপাথর	চুনাপাথর [প্রবাল, ব্র্যাকিওপোড ও ক্রাইনয়েড-যুক্ত]	(১০০′)
		(১৪) জুভাভাইটিস স্তর	বাদামী সেল, চুনাপাথর এবং বেলেপাথর	(৫০০′)
	কার্ণিক (Carnic)	(১৩) ট্রোপাইটিস স্তর	ডলোমিটিক চুনাপাথর, সেল এবং কৃষ্ণবর্ণ চুনাপাথর এবং অ্যামোনাইট-যুক্ত স্তর	(৯০০′)
		(১২) ধূসর স্তর	ধূসর সেল এবং সেলীয় চুনাপাথর (দুইটি জীবাশ্ম-স্তর যুক্ত)	(৫০০′)
		(১১) হ্যালোবিয়া স্তর	কৃষ্ণবর্ণ 'স্প্লিন্টারি' (splintery) চুনাপাথর	(১৫০′)
— সংগতি —				
মধ্য ট্রায়াসিক	ল্যাডিনিক (Ladinic)	(১০) ড্যাওনেলা চুনাপাথর	কঠিন, কৃষ্ণ চুনাপাথর	(১৫০′)
		(৯) ড্যাওনেলা সেল	কৃষ্ণবর্ণ চুনাপাথর, সেলীয় চুনাপাথর এবং সেল	(১৬০′)
	মুশেলকক্ (Muschel-kalk)	(৮) ঊর্ধ্ব মুশেলকক্	সেলযুক্ত পিণ্ডক চুনাপাথর	(১৮′)
		(৭) নিম্ন মুশেলকক্	কৃষ্ণবর্ণ সেল ও ধূসর চুনাপাথর	(৬′)
		(৬) বিম্বক চুনাপাথর	কঠিন, বিম্বক চুনাপাথর	(৬০′)
		(৫) ভৌম মুশেলকক্	সেলীয় চুনাপাথর	(৬′)
— সংগতি —				
নিম্ন ট্রায়াসিক	বান্টের (Bunter)	(৪) হেডেনস্ট্রৌমিয়া স্তর	সিউডোমনোটিস চুনাপাথর	(৩′)
			পর্যায়িত অজৈবিক সেল-চুনাপাথর	(২৫′)
			লঘু-স্তরায়িত চুনাপাথর ও সেল	(৬′)
		(৩) মীকোশিরাস অঞ্চল	চুনাপাথর ও সেল	(৩′)
		(২) ওফিশিরাস অঞ্চল	ধূসর চুনাপাথর	(১′)
		(১) অটোশিরাস অঞ্চল	বাদামী চুনাপাথর	(২′)
— সংগতি —				

নব পার্মিয়ান—প্রোডাক্টস সেল স্তর

জৈব প্রকৃতি ঃ নিম্ন ট্রায়াসিক—নিম্ন ট্রায়াসিক স্তরশ্রেণী নবপার্মিয়ান যুগের প্রোডাক্টস সেল স্তরের উপর সংগতভাবে অবস্থিত। সবচেয়ে প্রাচীন ট্রায়াসিক জীবাশ্ম-স্তরটি হইল **অটোশিরাসের** অঞ্চল। এই অঞ্চলের কয়েকটি প্রধান জীবাশ্ম হইল—**অটোশিরাস উডওয়ার্ডি** (*Otoceras woodwardi*), **অঃ আন্‌ডেটাম** সদৃশ (*O.* cf. *undatum*), **ওফিশিরাস শকুন্তলা** (*Ophiceras sakuntala*), **সিউডোস্যাজেশিরাস দালাইলামি** (*Pseudosageceras dalailamae*)। ইহার উপরেই ওফিশিরাসের অঞ্চল ; সেখানে পাওয়া যায়—**ওফিশিরাসের** কয়েকটি জাতি, **জেনোডিসকাস** (*Xenodiscus*), **সিউডোমনোটিস** (*Pseudomonotis*) ইত্যাদি। পরবর্তী স্তর **মীকোশিরাসের** অঞ্চল হইতে পাওয়া যায়—**মীকোশিরাস লাইলাংগেনসি** (*Meekoceras lilangense*) ও অন্যান্য জাতি, **অ্যাস্‌পিডাইটিস**(*Aspidites*), **কোনিংকাইটিস** (*Koninckites*), **জেনোডিসকাস** (*Xenodiscus*) ইত্যাদি। ইহার পর প্রায় কয়েক ফুট অজৈবিক শিলাস্তর এবং তাহার পর **হেডেনস্ট্রিমিয়া** (*Hedenstroemia*), **ফ্লেমিংগাইটিস** (*Flemingites*) ও অন্যান্য প্রায় ৩০টি জীবাশ্ম-জাতি সম্বলিত অঞ্চল (৪নং হেডেনস্ট্রীমিয়া স্তর)। এই ৪নং স্তরের উর্ধ্বপ্রান্তে একটি তিন ফুট গভীর জীবাশ্ম-অঞ্চল আছে ; সেখানে পাওয়া যায়—**সিউডোমনোটিস হিমৈকা** (*Pseudomonotis himaica*)। নিম্ন ট্রায়াসিকের জীবাশ্মগুলি পরীক্ষা করিলে দেখা যায় যে ট্রায়াসিক যুগের জৈব বৈশিষ্ট্য সেরাটাইট প্রাণিকুলের অপেক্ষাকৃত প্রাচীনতর সভ্যেরা ইহার মধ্যে উপস্থিত। মধ্য ট্রায়াসিক জীবাশ্ম-তালিকায় সেরাটাইট প্রাণিকুলের পূর্ণতর রূপায়ণ লক্ষণীয়। উর্ধ্ব ট্রায়াসিক কালে হিমালয়ের শিলাস্তরে সেরাটাইট প্রাণিকুল বিবর্তনের শিখরে আরোহণ করিয়াছিল।

মধ্য ট্রায়াসিক—জীবাশ্মের ভিত্তিতে ইহার নিম্নাংশকে মুশেলকক্ বয়সের এবং উর্ধ্বাংশকে ল্যাডিনিক বয়সের গণ্য করা হয়। ল্যাডিনিক, কার্ণিক এবং নোরিক ইউরোপীয় ট্রায়াসিক বিভাগ কয়পারের উপবিভাগগুলির নাম। ভারতীয় জীবাশ্ম-স্তরের প্রাচীনতা নির্ধারণের জন্য ইউরোপিয়ান প্রাণিকুলের সহিত সাদৃশ্য বিবেচনা করা হইয়াছে। মুশেলকক্ বিভাগটির মধ্যে প্রথমেই পাওয়া যায় **রিংকোনেলা গ্রাইসব্যাকি** (*Rhynchonella greisbachi*) ও **রেটজিয়া হিমৈকা** (*Retzia himaica*) যুক্ত একটি স্তর (ভোম মুশেলকক্)। বিম্বক চুনাপাথর অপেক্ষাকৃত জীবাশ্ম-বিরল। নিম্ন মুশেলকক্ জীবাশ্ম-স্তরের নিম্নাংশ অ্যামোনাইট-সমৃদ্ধ এবং উর্ধ্বাংশ ব্র্যাকিওপোড-

সমৃদ্ধ। কয়েকটি জীবাশ্মের নাম হইল—**ডুর্গাইটিস ডিনেরি** (*Durgaites dieneri*), **শিবিরাইটিস প্রহ্লাদ** (*Sibirites prahlada*), **স্পিরিফেরিণা ষ্ট্র্যাচি** (*Spiriferina stracheyi*) ইত্যাদি। ঊর্ধ্ব মুশেলকক্ স্তরের চুনাপাথর হইতে পাওয়া গিয়াছে অনেক সেফালোপোড এবং কয়েকটি ব্র্যাকিওপোড ও ঝিনুক। কয়েকটি সেফালোপোড হইল—**সেরাটাইটিস থুইলারি** (*Ceratites thuilleri*), **সেঃ ট্রাইনোডোসাস** (*C. trinodosus*), **হল্যাণ্ডাইটিস রাবণ** (*Hollandites ravana*), **টাইকাইটিস** (*Ptychites*), **বুদ্ধাইটিস** (*Buddhaites*), **অর্থোশিরাস** (*Orthoceras*) ইত্যাদি। যে শিলাস্তরে ঊর্ধ্ব মুশেলকক্ প্রাণিকুল পাওয়া যায় তাহারই ভিতর উচ্চতর পর্যায়ে (পিণ্ডক চুনাপাথর, concretionery limestone) ক্রমশ ল্যাডিনিক প্রাণিকুল আবির্ভূত হইতে সুরু করে। অবশ্য ল্যাডিনিক স্তরের এবং প্রাণিকুলের সুস্পষ্ট রূপ দেখা যায় ড্যাওনেলা সেল এবং ড্যাওনেলা চুনাপাথরের মধ্যে। প্রথমটির মধ্যে পাওয়া যায়—**ড্যাওনেলা লোমেলি** (*Daonella lommeli*), **ড্যাঃ ইণ্ডিকা** (*D. indica*), **টাইকাইটিস** (*Ptychites*), **হাংগেরাইটিস** (*Hungarites*), **স্পিরিজেরা** (*Spirigera*) ইত্যাদি। দ্বিতীয়টির মধ্যে (অর্থাৎ ড্যাওনেলা চুনাপাথরের মধ্যে) দুইটি সুস্পষ্ট জীবাশ্মগত বিভাগ আছে। নিম্ন বিভাগটিকে **ড্যাওনেলা লোমেলি** নামক জীবাশ্ম-জাতিটির উপস্থিতির ভিত্তিতে ল্যাডিনিক (মধ্য ট্রায়াসিক) বয়সের বলিয়া গণ্য করা হয়। এই জাতিটি ঊর্ধ্ব বিভাগের মধ্যে নাই, সেইজন্য উহাকে কার্ণিক (ঊর্ধ্ব ট্রায়াসিক) বয়সের বলিয়া গণ্য করা হয়। অর্থাৎ মধ্য-ঊর্ধ্ব সীমানাটি ড্যাওনেলা চুনাপাথরের মধ্য দিয়া চিহ্নিত।

ঊর্ধ্ব ট্রায়াসিক—পূর্বেই বলা হইল ইহার সুরু ড্যাওনেলা চুনাপাথর স্তরের ঊর্ধ্বাংশে। ইহার নিম্ন সীমা চিহ্নিত হইয়াছে **জোয়ানাইটিস থানামেনসিস** (*Zoannites thanamensis*) নামক অ্যামোনাইট জাতিটির অণ্ডল দ্বারা। তাহার ঠিক উপরেই হ্যালোবিয়া (চুনাপাথর) স্তর, সেখানে পাওয়া গিয়াছে **হ্যালোবিয়া কোমাটা** (*Halobia comata*) —এই জাতিটি নিম্ন কার্ণিক বয়সের নির্দেশক। হ্যালোবিয়া স্তরের উপর ধূসর সেল স্তর। ঐ স্তরের নিম্নাংশে **কার্ণাইটিস ফ্লোরিডাস** (*Carnites floridus*), **জোয়ানাইটিস সিমবিফরমিস** (*Zoannites cymbiformes*) ইত্যাদি অ্যামোনাইট পাওয়া গিয়াছে, যাহারা ইউরোপের নিম্ন কার্ণিক (জুলিয়ান অনুসোপানে) স্তরেও বর্তমান ; ঊর্ধ্বাংশে পাওয়া গিয়াছে একটি অ্যামোনাইটের অসম্পূর্ণ দেহ এবং বেশ কিছু ব্র্যাকিওপোড ও ঝিনুক।

ইহাদের মধ্যে কয়েকটি ভারতীয় অঞ্চলের বৈশিষ্ট্য যেমন **অ্যাসপিলোথাইরিস** (*Aspilothyris*), **লাইলাংগিয়া** (*Lilangia*) ইত্যাদি। পরবর্তী স্তরের নাম **ট্রোপাইটিস** স্তর। ইহার ভূমি হইতে কয়েকশত ফুট উপরে একটি অ্যামোনাইট-বাহী (ট্রোপাইটিস ও অন্যান্য গণ যুক্ত) জীবাশ্ম-স্তর আছে যাহাকে ইউরোপীয় (আল্‌প্‌স) কার্ণিকের **ট্রোপাইটিস সাব্‌বুলেটাস** (*Tropites subbulatus*) জৈব অঞ্চলের সহিত সমীকৃত করা হইয়াছে। ট্রোপাইটিস স্তরের আরও ঊর্ধ্ব অংশে কতকগুলি মন্দরূপে সংরক্ষিত কার্ণিক বয়সের জীবাশ্ম পাওয়া গিয়াছে। এই পর্যন্ত বলা যায় কার্ণিক বিভাগের সীমা; কার্ণিক স্তরের মোট গভীরতা, তাহা হইলে, প্রায় ১৬০০ ফুটের মতো।

ঊর্ধ্ব ট্রায়াসিকের পরবর্তী বিভাগটি হইল নোরিক। নোরিকের প্রথম পর্যায়ে পাওয়া যায় **জুভাভাইটিস** স্তর—ইহা **জুভাভাইটিস অ্যাংগুলেটাস** (*Juvavites angulatus*) দ্বারা চিহ্নিত। ট্রোপাইটিস স্তর (কার্ণিক) ও জুভাভাইটিস স্তর (নোরিক) এই দুয়ের মধ্যে কোন অসংগতি নাই। শেষোক্ত জীবাশ্ম-জাতিটির সঙ্গে আরও অনেক অ্যামোনয়েড, ব্র্যাকিওপোড, ঝিনুক ইত্যাদি পাওয়া যায়। পরবর্তী স্তর কোরাল চুনাপাথর। ইহার ভৌম পর্যায়ে (ক্যালসিয় বেলেপাথর) পাওয়া যায় কিছু উদ্ভিদ দেহ। কোরাল চুনাপাথর স্তর প্রবাল এবং ক্রাইনয়েড দেহাবশেষে পরিপূর্ণ। ইহাদের মধ্যে পাওয়া যায় দুইটি সুপরিচিত ব্র্যাকিওপোড—**স্পিরিফেরিণা গ্রাইসব্যাকি** (*Spiriferina greisbachi*) এবং **রিংকোনেলা বম্বনাগেনসিস** (*Rhynchonella bambanagensis*)। কোরাল চুনাপাথরের উপরে মনোটিস সেল। ইহার মধ্যে বিশিষ্ট ঝিনুক **মনোটিস স্যালিনেরিয়া** (*Monotis salinaria*) ব্যতীত আরও অনেক জীবাশ্ম পাওয়া যায়। মনোটিস স্তরের উপরে কোয়ার্টজাইট শ্রেণী। এই স্তরের বিশিষ্ট জীবাশ্ম **স্পিরিজেরা মনিয়েনসিস** (*Spirigera maniensis*) ইহার মধ্যেই সীমাবদ্ধ। কোরাল চুনাপাথর—মনোটিস সেল—কোয়ার্টজাইট শ্রেণী ইহাদের লইয়া মধ্য নোরিক উপবিভাগটি গঠিত। ঊর্ধ্ব নোরিক কালের অবক্ষেপ পরবর্তী স্তর কিয়োটো (বা মেগালোডন) চুনাপাথরের নিম্নাংশে অন্তর্ভুক্ত। কিয়োটো চুনাপাথর একটি প্রায় ২৫০০ ফুট গভীর স্তর, জীবাশ্ম-বিরল; অতএব জীবাশ্মের দ্বারা ইহার বিভিন্ন অংশের বয়স নির্ধারণ করা কঠিন। তবে ভূমি হইতে প্রায় ৯০০ ফুট উপরে প্রাপ্ত **স্পিরিফেরিণা অবটিউসা** (*Spiriferina obtusa*) নামক জীবাশ্মটি নিম্ন জুরাসিককালের (লায়াস)। এই তথ্যের ভিত্তিতে কিয়োটো চুনাপাথরের নিম্ন তৃতীয়াংশকে ঊর্ধ্ব ট্রায়াসিক (ঊর্ধ্ব নোরিক ও রেটিক) এবং ঊর্ধ্ব দুই-তৃতীয়াংশকে জুরাসিক বলিয়া

বিবেচনা করা হয়। অনেক সময় কিয়োটো চুনাপাথর বলিতে কেবল জুরাসিক অংশটিই বুঝায়। ট্রায়াসিক নিম্ন তৃতীয়াংশের মধ্যে জীবাশ্ম খুবই বিরল, রেটিক উপযুগের জীবাশ্ম বিশেষ নাই। তবে উর্ধ্ব নোরিক যুগের কয়েকটি জীবাশ্ম পাওয়া যায়—**মেগালোডন লাডাখেনসিস** (*Megalodon ladakhensis*), **ডাইসেরাকার্ডিয়াম হিমালয়েনসি** (*Diceracardium himalayense*) ইত্যাদি; এই জীবাশ্ম দুইটি দ্বারা চিহ্নিত স্তরাংশকে স্টলিস্কা নাম দিয়াছিলেন প্যারা চুনাপাথর (Para Limestone)।

(খ) জুরাসিক গোষ্ঠী—উপরের বর্ণনা হইতে স্পষ্টই বুঝা যায় স্পিটি-হিমালয় অঞ্চলে ট্রায়াসিকের উর্ধ্বতম বিভাগ এবং জুরাসিকের মধ্যে জীবাশ্মগত বৈষম্য থাকিলেও কোন স্তরীয় অসংগতি নাই। স্পিটি অঞ্চলের জুরাসিক স্তরক্রম নিম্নরূপ।

জুরাসিক গোষ্ঠী	শ্রেণী	সোপান	বয়স	
	স্পিটি সেল শ্রেণী (Spiti Shale Series)	লোছম্বল সোপান (Lochhambal Stage)	উর্ধ্ব পোর্টল্যাণ্ডিয়ান হইতে ভৌম ক্রীটেশাস	নব-জুরাসিক
		চিদামু সোপান (Chidamu Stage)	উর্ধ্ব কিমারিজিয়ান হইতে নিম্ন পোর্টল্যাণ্ডিয়ান	
		বেলেমনপসিস সোপান (Belemnopsis Stage)	উর্ধ্ব অক্সফোর্ডিয়ান	
	— অসংগতি —			
	সুলকাকুটাস শ্রেণী (Sulcacutus Series)		……মধ্য জুরাসিক	
	কিয়োটো চুনাপাথর শ্রেণী (Kioto Limestone Series)	ট্যাগলিং সোপান (Tagling Stage)	…পুরাজুরাসিক (লায়াস) ও রেটিক	
		প্যারা সোপান (Para Stage)	…উর্ধ্ব নোরিক (ট্রায়াসিক)	

সর্বপ্রাচীন জুরাসিক স্তর হইল পুরাজুরাসিক যুগের ট্যাগলিং সোপান (কিয়োটো চুনাপাথর শ্রেণীর অন্তর্ভুক্ত)। বিশিষ্ট ব্র্যাকিওপোড (স্পিটিতে) এবং ঝিনুক (অ্যাটক জেলাতে) হইতে ট্যাগলিং সোপানের পুরাজুরাসিক (লায়াস) বয়স সমর্থিত হইয়াছে। রেটিক যুগের কোন নিশ্চিত জীবাশ্ম

নাই। ট্যাগলিং সোপানের একটি পার্শ্বিক রূপভেদকে (lateral facies variant) লপ্তল শ্রেণী নাম দেওয়া হইয়াছে। পরবর্তী স্তরের নাম সুলকাকুটাস শ্রেণী। ইহার নিম্ন প্রান্তে একটি অসংগতি আছে। একটি পাতলা, কৃষ্ণবর্ণ, লৌহময় ওলাইট শিলাস্তরে ইহা গঠিত। ইহার অন্তর্ভুক্ত বিশিষ্ট জীবাশ্ম **বেলেমনাইটিস সুলকাকুটাস** (*Belemnites sulcacutus*) হইতে এই স্তরের নামকরণ হইয়াছে। এ ছাড়া, এই স্তরে আরও অনেক ক্যালোভিয়ান বয়সের জীবাশ্ম রহিয়াছে—**ম্যাক্রোসিফালাইটিস ট্রায়াংগুলারিস** (*Macrocephalites triangularis*), **ডলিকেফালাইটিস** (*Dolikephalites*), **রাইনেকাইটিস** (*Reineckeites*) ইত্যাদি।

স্পিটি সেল শ্রেণী প্রধানত ধূসর এবং কৃষ্ণবর্ণ, অভ্রাল সেল শিলায় ও মিশ্রিত বেলেপাথর এবং চুনাপাথর পিণ্ডকের দ্বারা গঠিত। নেপাল হইতে হাজারা পর্যন্ত হিমালয়ের বিরাট দৈর্ঘ্যের উপর বিস্তৃত এই শিলাশ্রেণীর শৈল উপাদানের নিত্যতা (constancy of lithologic composition) লক্ষণীয়। স্পিটির নিকট ইহার গভীরতা প্রায় ৫০০ ফুট। ইহার সহিত নিম্নস্থ স্তর সুলকাকুটাস শ্রেণীর যথেষ্ট শিলাগত বৈষম্য রহিয়াছে কিন্তু উভয়ের মধ্যে অসংগতি সেরূপ সুস্পষ্টরূপে ব্যক্ত নহে। নিম্নাংশ অর্থাৎ বেলেম্‌নপসিস সোপান ধূসর সেল ও কিছু চুনাপাথরে গঠিত। ইহার অন্তর্ভুক্ত একটি উল্লেখযোগ্য জীবাশ্ম **বেলেম্‌নপসিস জেরাডি** (*Belemnopsis geradi*) (অবশ্য এটিকে চিদামু সোপানেও পাওয়া যায়); আর একটি হইল **মায়াআইটিস** (*Mayaites*), ঊর্ধ্ব অক্সফোর্ডিয়ান বয়সের নির্দেশক। ইহার পর কিছু অবক্ষেপণ বিরতি থাকা সম্ভব; কারণ পরবর্তী স্তর চিদামু সোপান ঊর্ধ্ব কিমারিজিয়ান বয়সের। স্পিটি সেল শ্রেণীর অধিকাংশ জীবাশ্মই চিদামু সোপান হইতে সংগৃহীত। এই প্রাণিকুলের মধ্যে অ্যামোনাইটই প্রধান উপাদান। উহারা নিম্ন এবং মধ্য কিমারিজিয়ানের অনুপস্থিতি নির্দেশ করে; এবং এই সোপানের বয়স ঊর্ধ্ব কিমারিজিয়ান হইতে নিম্ন পোর্টল্যাণ্ডিয়ান বলিয়া নির্দেশ করে। কয়েকটি অ্যামোনাইট জীবাশ্মের নাম—**ফাইলোশিরাস** (*Phylloceras*), **লাইটোশিরাস** (*Lytoceras*), **ভিরগ্যাটোস্ফিংকটিস** (*Virgatosphinctes*), **অলাকোস্ফিংকটিস** (*Aulakosphinctes*), **আইনোশিরেমাস** (*Inoceramus*), **রিংকোনেলা** (*Rhynchonella*) ইত্যাদি। লোছমল সোপান হইতে জীবাশ্ম পাওয়া গিয়াছে। ইহা উজ্জ্বল কৃষ্ণবর্ণ সেল শিলায় গঠিত। ইহার অধিকাংশই ঊর্ধ্ব পোর্টল্যাণ্ডিয়ানের অন্তর্ভুক্ত; তবে

হপ্‌লাইটিস (*Hoplites*), **অ্যাকান্‌থোডিসকাস** (*Acanthodiscus*); এবং **সিম্‌বির্‌স্কাইটিসের** (*Simbirskites*) কয়েকটি জাতি হইতে ইহার উর্ধ্বাংশের বয়স ভোম ক্রীটেশাস (নিওকোমিয়ান) বলিয়া মনে হয়।

(গ) **ক্রীটেশাস গোষ্ঠী**—স্পিটি সেল শ্রেণীর উপর সংগত ভাবে ক্রীটেশাস গোষ্ঠী বিন্যস্ত। স্পিটি-হিমালয়ের ক্রীটেশাস স্তরক্রম :

ফ্লিস অবক্ষেপ······ (?) মেস্ট্রিকশিয়ান
(Flysch) ···(উর্ধ্বতম নবক্রীটেশাস)
চিকিম শ্রেণী { চিকিম সেল
(Chhikim Series) ·নবক্রীটেশাস
চিকিম চুনাপাথর
— (?) অসংগতি —
গিউমাল শ্রেণী ······পুরাক্রীটেশাস
(Giumal Series)
— সংগতি —
স্পিটি সেল (লোছম্বল সোপান)···উর্ধ্ব জুরাসিক হইতে নিম্নতম
(Lochambal Stage) পুরাক্রীটেশাস

স্পিটি সেল শ্রেণীর শীর্ষস্তর লোছম্বল সোপান জীবাশ্মের ভিত্তিতে (**হপ্‌লাইটিস** প্রাণিকুল) নিম্ন নিওকোমিয়ান (নিম্নতম ক্রীটেশাস) বলিয়া প্রমাণিত হইয়াছে। গিউমাল বেলেপাথর শ্রেণী (কোয়ার্টজাইট ও বেলেপাথরে গঠিত) ইহার উপরে সংগতিপূর্ণভাবে অবস্থান করিতেছে। **হলোষ্টিফেনাস** (*Holostephanus*), **ষ্টিফানোশিরাস** (*Stephanoceras*), **পেরিস্‌ফিংক্‌টিস** (*Perisphinctes*), **সিউডোমনোটিস স্নুপার্সটিস** (*Pseudomonotis superstes*), **কার্ডিয়াম গিউমলেন্সি** (*Cardium giumalense*) ইত্যাদি জীবাশ্ম এই স্তরে পাওয়া গিয়াছে। জীবাশ্ম-তথ্যের ভিত্তিতে ইহার বয়স পুরাক্রীটেশাস (নিওকোমিয়ান হইতে অ্যালবিয়ানের মধ্যে)। চিকিম শ্রেণী এবং গিউমাল শ্রেণীর মধ্যে একটি সম্ভাব্য অসংগতি আছে। চিকিম শ্রেণীর নিম্ন সোপান চিকিম চুনাপাথর (প্রায় ১০০ ফুট গভীর) হইতে পাওয়া গিয়াছে একটি বেলেমনাইট, **রুডিষ্টিস** (*Rudistes*), **হিপুরাইটিস** (*Hippurites*) এবং কিছু ফোরামিনিফেরা, যেমন **গ্লোবোট্রাংকেনা**, (*Globotruncana*),

নোডোসরিয়া (*Nodosaria*), টেক্স্চুলারিয়া (*Textularia*) ইত্যাদি। এই সোপানটির বয়স নবক্রীটেশ্যাসের কোন এক পর্যায়ে। চিকিম শ্রেণীর ঊর্ধ্ব সোপান চিকিম সেল—নরম, ধূসরবর্ণ চুনাময় সেল, অজৈবিক এবং অতিবলিত। স্পিটির কিছুদূরে জোহার নামক স্থানে চিকিম শ্রেণীর উপরে পাওয়া যায় অজৈবিক বেলেপাথর এবং বালিপ্রধান সেল জাতীয় অবক্ষেপ। ইহাদের ক্রীটেশাস যুগের ফ্লিস্ অবক্ষেপ বলিয়া বিবেচনা করা হয়।

7·3 লবণ পর্বতের মধ্যজীবীয় স্তরক্রম (Mesozoic strata of the Salt Range)

(ক) **ট্রায়াসিক গোষ্ঠী**—ট্রায়াসিক গোষ্ঠীর নিম্ন অংশ ও মধ্য অংশের খানিকটা সিন্ধু নদীর পূর্বদিকে অবস্থিত লবণ পর্বতের শিলাছেদে দেখিতে পাওয়া যায়। সিন্ধু নদীর পশ্চিমদিকে ট্রায়াসিক স্তরক্রম আরও সম্পূর্ণ, সেখানে ঊর্ধ্ব ট্রায়াসিক স্তরও বর্তমান। ট্রায়াসিক গোষ্ঠীর মোট গভীরতা ৪৫০ হইতে ৫০০ ফুট। যদিও মোটামুটিভাবে পার্মিয়ান স্তরগোষ্ঠী ক্রমশ ট্রায়াসিকের মধ্যে প্রবেশ করিয়াছে এবং উহাদের মধ্যে কোন উল্লেখযোগ্য ছেদ বা বিরতি নাই, তথাপি দেখা গিয়াছে যে সিরাম-কি-ধোক নামক স্থানে পার্মিয়ান চিদ্রু স্তরের উপরে একটি কংগ্লোমারেট চিহ্নিত ছোট অসংগতি রহিয়াছে এবং ইহার উপরে ট্রায়াসিক স্তর বিন্যস্ত। ট্রায়াসিকের প্রারম্ভেই জৈবিক পরিবর্তন অতি সুস্পষ্ট। লবণ পর্বতের ট্রায়াসিক স্তরক্রম ঃ

ট্রায়াসিক গোষ্ঠী	ক্রাইনয়ডাল চুনাপাথর (২৫০′)···কার্ণিক (ঊর্ধ্ব ট্রায়াসিক)
	ঝিনুক জীবাশ্মযুক্ত বালিময় চুনাপাথর (১০০′)···মধ্য ট্রায়াসিক
	সেরাটাইট স্তর (১২০′)···নিম্ন ট্রায়াসিক

— (?) —

ঊর্ধ্ব প্রোডাক্টস চুনাপাথর···ঊর্ধ্ব পার্মিয়ান

নিম্ন ট্রায়াসিক যুগের সেরাটাইট স্তরটি আবার কয়েকটি অংশে উপবিভক্ত ঃ (১) সর্বনিম্নে রহিয়াছে নিম্ন সেরাটাইট চুনাপাথর। ইহার ভৌমস্তরে কিছু অজৈবিক ক্লে ও বেলেপাথর অবক্ষেপ আছে, যাহা স্পিটির অটোশিরাস অঞ্চলের সহিত তুলনীয় হইতে পারে। যাহা হউক, নিম্ন সেরাটাইট চুনাপাথরের মূলদেহের মধ্যে পাওয়া যায়—জাইরোণাইটিস ফ্রিকোয়েন্স্ (*Gyronites frequens*), প্রায়োনোলোবাস (*Prionolobus*), মীকোশিরাস (*Meekoceras*), ডিনেরাইটিস (*Dinarites*) ইত্যাদি। এই

স্তরটি সম্ভবত হিমালয়ের **ওফিশিরাশ** অঞ্চলের সহিত তুলনীয়। (২) পরবর্তী স্তর সেরাটাইট মার্ল—ইহার মধ্যে পাওয়া যায় **প্রোটাইকাইটিস** (*Proptychites*), **ক্লাইপাইটিস** (*Clypites*), **কংগাইটিস** (*Kongites*) ইত্যাদি—**মীকোশিরাস** অঞ্চলের সহিত তুলনীয় হইতে পারে। (৩) সেরাটাইট বেলেপাথর—ইহার মধ্যে আবার তিনটি অংশ—নিম্ন সেরাটাইট বেলেপাথর, ষ্ট্যাচেলা স্তর ও ঊর্ধ্ব সেরাটাইট বেলেপাথর। সেরাটাইট বেলেপাথর স্তর হইতে পাওয়া গিয়াছে—**সেরাটাইটিস** (*Ceratites*), **ষ্ট্যাচেলা** (*Stachella*), **ফ্লেমিংগাইটিস** (*Flemingites*) ইত্যাদি ; হিমালয়ের হেডেনষ্ট্রীমিয়া স্তরের সহিত ইহার তুলনা করা চলে। (৪) ঊর্ধ্ব সেরাটাইট চুনাপাথর—ইহার মধ্যে পাওয়া যায় **ষ্টিফেনাইটিস** (*Stephanites*), **শিবিরাইটিস** (*Sibirites*) ইত্যাদি সেরাটাইটভুক্ত জীবাশ্ম। এই স্তরটিকে হিমালয়ের (বিয়ান্সের) **শিবিরাইটিস স্পিনিগার** (*Sibirites spiniger*) অঞ্চলের সহিত তুলনা করা চলে।

মধ্য ট্রায়াসিক যুগের ঝিনুক-বাহী স্তরে প্রচুর ঝিনুক জীবাশ্ম আছে কিন্তু অ্যামোনাইটের পরিমাণ অতি অল্প। শেষোক্ত ক্রাইনয়ডাল চুনাপাথর স্তরের জীবাশ্মগুলি সুসংরক্ষিত নহে। ইহা ঊর্ধ্ব ট্রায়াসিক বয়সের বলিয়া অনুমান করা হয়।

(খ) **জুরাসিক গোষ্ঠী**—লবণ পর্বতের পশ্চিমাংশে জুরাসিক স্তরক্রমকে ঊর্ধ্ব ট্রায়াসিক যুগের ক্রাইনয়ডাল চুনাপাথরের উপর বিন্যস্ত দেখা যায় ঃ

গোষ্ঠী	(আ) চুনাপাথর এবং আন্তঃস্তরায়িত সেল (৮০০′)	···নবজুরাসিক
	(অ) ভেরিগেটেড শ্রেণী (১০০০′—১৪০০′) (Variegated Series)	···পুরাজুরাসিক হইতে মধ্যজুরাসিক

ভেরিগেটেড শ্রেণীটি প্রধানত বিভিন্ন রঙের বেলেপাথর দ্বারা গঠিত। উপরের দিকে চুনাপাথর, ক্লে এবং সুবর্ণ ওলাইট (Golden Oolite) ইত্যাদিও পাওয়া যায়। বেলেপাথরের মধ্যে স্থানে স্থানে কংগ্লোমারেট পাওয়া যায়। সিন্ধুনদীর পশ্চিমে ভেরিগেটেড শ্রেণীর মধ্যে কয়লাস্তর পাওয়া যায়। সিন্ধুপারের লবণ পর্বতে (trans-Indus Salt Range) ভেরিগেটেড (বা বিচিত্র বর্ণ) শ্রেণীর উপর নবজুরাসিক কালের শিলাস্তর, চুনাপাথর ও আন্তঃস্তরায়িত সেল দেখিতে পাওয়া যায়, এপারে ঐ বিভাগটি নাই। ভেরিগেটেড শ্রেণীর কয়লা-বাহী অংশ হইতে ঊর্ধ্ব গণ্ডোয়ানা উদ্ভিদ **টাইলোফাইলাম** (*Ptilophyllum*), **পোডোজামাইটিস** (*Podozamites*) ইত্যাদি পাওয়া গিয়াছে। সংশ্লিষ্ট চুনাপাথর অংশ হইতে পাওয়া গিয়াছে সামুদ্রিক জীবাশ্ম, যেমন

এঁকিনয়েড, শামুক, ঝিনুক, ব্র্যাকিওপোড এবং অ্যামোনাইট। অ্যামোনাইটদের মধ্যে আছে **ইন্দোসিফালাইটিস** (*Indocephalites*), **কাম্প্টো-কেফালাইটিস** (*Kamptokephalites*) ইত্যাদি কচ্ছের ম্যাক্রোসিফালাই-টিস স্তরের জীবাশ্ম। জৈবিক এবং স্তরীয় সাদৃশ্য জুরাসিক যুগে কচ্ছ ও লবণ পর্বতের মধ্যে সামুদ্রিক যোগসূত্র নির্দেশ করে।

(গ) **ক্রীটেশাস গোষ্ঠী**—জুরাসিকের উপরে পাওয়া যায় বেলেমনাইট স্তর, ইহা নিম্ন ক্রীটেশাস কালের। ইহার নিম্নাংশ গ্লকোনাইটযুক্ত ধূসর বেলেপাথরে এবং ঊর্ধ্বাংশ সাদা বেলেপাথরে গঠিত। নিওকোমিয়ান যুগের বেলেমনাইট এই স্তরে পাওয়া গিয়াছে, কালাবাগের নিকট। বেলেমনাইট স্তরে নিওকোমিয়ান কালের অনেক জীবাশ্ম পাওয়া গিয়াছে: **অল্কোষ্টি-ফেনাস স্যালিনেরিয়াস** (*Olcostephanus salinarius*), **ব্লান-ফোর্ডিশিরাস** (*Blanfordiceras*), **নিওকোমাইটিস** (*Neocomites*), **হিমালয়াইটিস** (*Himalayaites*), **হিবোলাইটিস সাবফিউসি-ফর্মিস** (*Hibolites subfusiformes*), **এক্সোজাইরা** (*Exogyra*), **অ্যাস্টার্টে** (*Astarte*), মৎস্য ও সরীসৃপ। সাম্প্রতিক কালে লবণ পর্বতের নাম্মাল গিরিখাত হইতে চুনাপাথরের মধ্যে পাওয়া গিয়াছে একটি ফোরামিনিফার জীবাশ্ম—**গ্লোবোট্রাংকেনা রোসেট্টা** (*Globotruncana rosetta*)। ইহা মেস্ট্রিকসিয়ান বয়স (ঊর্ধ্ব ক্রীটেশাস) নির্দেশ করে। ইহার উপরে প্রায় ছয় ফুট লৌহময় মার্ল শিলার স্তর এবং তাহার উপরে নিম্ন নবজীবীয় (ইয়োসিন) চুনাপাথরের স্তর।

7·4 কচ্ছের মধ্যজীবীয় স্তরক্রম (Mesozoics of Kutch)

(ক) **ভূমিকা**—ভারতীয় উপদ্বীপে বিন্ধ্য স্তর এবং উমারিয়া সামুদ্রিক স্তরের পর জুরাসিক যুগ পর্যন্ত আর কোন সামুদ্রিক অবক্ষেপণ হয় নাই। এই দীর্ঘ অবক্ষেপণ বিরতির অবসান হয় জুরাসিক যুগের সামুদ্রিক উচ্ছ্বাসের ফলে। কচ্ছ, কাথিয়াওয়াড়, পশ্চিম রাজস্থান এবং লবণ পর্বতের জুরাসিক স্তরগুলির সাদৃশ্য বিবেচনা করিয়া মনে হয় যে উত্তর-পশ্চিম ভারতের এই দীর্ঘ বলয়টি জুরাসিক সমুদ্রোচ্ছ্বাসের ফলে প্লাবিত হইয়াছিল। অবশ্য বিভিন্ন অঞ্চলের জুরাসিক উদ্‌ভেদগুলি এখন বিচ্ছিন্ন হইয়া পড়িয়াছে। লবণ পর্বতের জুরাসিক স্তর (যদিও ইহা বলিত, পিষ্ট এবং বিপর্যস্ত) হিমালয় অথবা বেলুচিস্তানের জুরাসিক স্তর অপেক্ষা কচ্ছের বা রাজস্থানের জুরাসিক গোষ্ঠীর সহিত অধিকতর সাদৃশ্য প্রদর্শন করে। সেইজন্য অনুমান করা হয় যে কচ্ছ-কাথিয়াওয়াড়ের জুরাসিককালীন পালালিক অববাহিকা রাজস্থানের মধ্য

দিয়া লবণ পর্বত পর্যন্ত সম্ভবত বিস্তৃত ছিল। আবদ্ধ উদ্ভিদ জীবাশ্ম হইতে *আরও প্রতীয়মান হয় যে এই অববাহিকা টেথিসের মতো গভীর ধরণের ছিল না। কচ্ছ অঞ্চলে প্রাক্‌কেম্ব্রিয়ান শিলাস্তরের পর সর্বপ্রাচীন স্তর হইল জুরাসিক গোষ্ঠী।*

এই জুরাসিক গোষ্ঠী সুবিস্তৃত। এখানে মধ্যজীবীয়ের প্রথম পর্ব অর্থাৎ ট্রায়াসিক গোষ্ঠীকে দেখা যায় না। জুরাসিক উদ্‌ভেদগুলি দক্ষিণে ডেকান ট্র্যাপ এবং উত্তরে র‍্যাণ অব কাচ্‌ দ্বারা সীমায়িত। জুরাসিক গোষ্ঠীর মোট গভীরতা প্রায় ৬৫০০ ফুট। ইহা তিনটি শৈলপ্রাচীরের (ridge) উপর উদ্ভিন্ন। তাহারা প্রত্যেকেই ঊর্ধ্বভঙ্গের দ্বারা প্রভাবিত এবং প্রত্যেকটির আয়াম (strike) মোটামুটিভাবে পূর্ব-পশ্চিম। একটি আয়াম-স্রংসের প্রভাবে জুরাসিক স্তরক্রমটি পুনরাবৃত্ত হইয়াছে। উপরোক্ত তিনটি শৈলপ্রাচীরের মধ্যে যেটি উত্তরের সেটি প্রায় ১০০ মাইল লম্বা এবং প্রকৃতপক্ষে চারটি দ্বীপে বিভক্ত—পছম, কারির, বেলা ও চারার। মাঝেরটি প্রায় ১২০ মাইল লম্বা, লখ্‌পৎ হইতে পূর্বদিকে বিস্তৃত। দক্ষিণেরটি প্রায় ৪২ মাইল লম্বা, ভুজের দক্ষিণদিকে বিস্তৃত এবং চারওয়ার ও কাট্রল এই দুই পর্বতে বিভক্ত। এ ছাড়া ওয়াগুড় এবং কাঁটকোটের চতুষ্পার্শে একটি এবং পূর্ব অঞ্চলে কাথিয়াওয়াড়ের ধ্রাংগাধ্রা নামক স্থানে একটি বড় উদ্‌ভেদ আছে। উহারাও সম্ভবত একই অববাহিকাভুক্ত।

(খ) কচ্ছ অঞ্চলের মধ্যজীবীয় স্তরক্রম :

	শ্রেণী	বয়স
মধ্যজীবীয় স্তর (প্রধানত জুরাসিক গোষ্ঠী)	(৪) উমিয়া শ্রেণী (৩০০০′)	ঊর্ধ্ব পোর্টল্যাণ্ডিয়ান হইতে নিম্ন পুরাক্রীটেশাস
	(৩) কাট্রল শ্রেণী (১২০০′)	ঊর্ধ্ব অক্সফোর্ডিয়ান হইতে নিম্ন পোর্টল্যাণ্ডিয়ান
	(২) চারি শ্রেণী (১৪০০′)	নিম্ন ক্যালোভিয়ান হইতে নিম্ন অক্সফোর্ডিয়ান
	(১) পছম শ্রেণী (৯০০′) এবং কোয়ার্বেং স্তর	ঊর্ধ্ব ব্যাথোনিয়ান হইতে নিম্ন ক্যালোভিয়ান

(গ) বর্ণনা এবং উপবিভাগ

(গ$_1$) **পছম শ্রেণী** (Pachham Series)—সর্বত্র যেরূপ সামুদ্রিক উচ্ছ্বাসের প্রথম পর্যায়টি মোটা কর্করীয় অবক্ষেপ বা ভৌম কংগ্লোমারেট দ্বারা রূপায়িত হয়, তেমনি পছম শ্রেণীর নিম্নতম স্তর কর্করীয় বেলেপাথর জাতীয় অবক্ষেপে গঠিত। এই ভৌম স্তরটির নাম কোয়ার্বেং স্তর, ইহা খেরা

পছমশ্রেণী { (৩) কোরাল চুনাপাথর (Coral Limestone)
(২) সেল চুনাপাথর (Shell Limestone)
(১) ভৌম স্তর (কোয়ার্বেং)

নামক স্থানে প্রকটিত (exposed)। **করবুলা লিরেটা** (*Corbula lyrata*), **প্রোটোকার্ডিয়া** (*Protocardia*), **ট্রাইগোনিয়া** (*Trigonia*) ইত্যাদি যুক্ত সমৃদ্ধ ঝিনুক প্রাণিকুল, প্রবাল এবং একটি ষ্টিফানোসেরাটিড অ্যামোনাইট এই স্তরে পাওয়া যায়। ইহার বয়স ঊর্ধ্ব ব্যাথোনিয়ান।

২নং ও ৩নং সোপান, এই দুইটি স্তরই পছম শ্রেণীর প্রধান অংশ। ইহার অন্তর্গত অ্যামোনাইট প্রাণিকুল সুস্পষ্টরূপে ক্যালোভিয়ান, এবং সম্ভবত নিম্ন ক্যালোভিয়ান, বয়স নির্দেশ করে। দু-একটি উল্লেখযোগ্য জীবাশ্ম হইল **ম্যাক্রোসিফালাইটিস ট্রায়াংগুলারিস** (*Macrocephalites triangularis*), **শিবাজীশিরাস** (*Sivajiceras*) ইত্যাদি। পছম দ্বীপের নাম হইতে এই শ্রেণীর নামকরণ হইয়াছে। দেখা যাইতেছে জুরাসিকের প্রাচীনতর স্তরগুলি (পুরাজুরাসিক) এখানে নাই।

(গ$_2$) **চারি শ্রেণী** (Chari Series)—ভুজ হইতে ৩২ মাইল উত্তর-পশ্চিমে অবস্থিত চারি গ্রাম হইতে এই শ্রেণীর নামকরণ হইয়াছে। চারি শ্রেণীর পাঁচটি উপবিভাগ ঃ

চারি শ্রেণী { (৫) ধোসা ওলাইট (Dhosa Oolite)
(৪) অ্যাথলেটা সোপান (Athleta Stage)
(৩) অ্যানসেপ্‌স্ সোপান (Anceps Stage)
(২) রেহ্‌মানি সোপান (Rehmanni Stage)
(১) ম্যাক্রোসিফালাস সোপান (Macrocephalus Stage)

১নং সোপান—**ম্যাক্রোসিফালাইটিস ম্যাক্রোসিফালাস** (*Macrocephalites macrocephalus*) নামক জীবাশ্মটি এই সোপানে খুব সুলভ, তাই ইহার এইরূপ নাম হইয়াছে। ইহা সেল এবং চুনাপাথরে গঠিত। অ্যামোনাইটগণের ভিত্তিতে ইহাকে কয়েকটি অনুসোপানে উপবিভক্ত করা চলে। এই সোপানের ঊর্ধ্বাংশে সুবর্ণ ওলাইটের (Golden Oolite) একটি বিশিষ্ট স্তর দেখা যায়, উহা **ইন্ডোসিফালাইটিস ডায়াডিমেটাসের** (*Indocephalites diadematus*) অঞ্চল। চুনাপাথরের ওলাইট দানাগুলি লৌহ-অক্সাইডের পাতলা আবরণে আবৃত হইয়া সুবর্ণ ওলাইট শিলা উৎপন্ন করে। দুইটি ঝিনুক, **নিউকুলা** (*Nucula*) ও

অ্যাসটার্টে (*Astarte*) এই সোপানে খুবই সুলভ। ইহার বয়স নিম্ন ক্যালোভিয়ান।

২নং সোপান—হলদে রঙের চুনাপাথর। এই সোপানের নাম হইয়াছে ইহার বিশিষ্ট আঞ্চলিক জীবাশ্ম **রাইনেকাইয়া রেহ্‌মানির** (*Reineckeia rehmanni*) নাম হইতে। এই সোপানে **ম্যাক্রোসিফালাইটিস** বিলুপ্ত হয় নাই, এবং **ফাইলোশিরাস** (*Phylloceras*) ও **লাইটোশিরাস** (*Lytoceras*) আবির্ভূত হইয়াছে। এই সোপানের আরও কয়েকটি বিশিষ্ট জীবাশ্ম হইল **ইডিওসাইক্লোশিরাস** (*Idiocycloceras*), **সাবকস-মেটিয়া** (*Subkossmatia*), টেরিব্র্যাটুলিয়া সম্প্রদায়ভুক্ত ব্র্যাকিওপোড এবং ট্রাইগোনিয়া সম্প্রদায়ভুক্ত ঝিনুক। বয়স মধ্য ক্যালোভিয়ান।

৩নং সোপান—অ্যানসেপ সোপান চুনাপাথর ও সেল দ্বারা গঠিত। প্রধান কয়েকটি জীবাশ্ম হইল—**রাইনেকাইয়া অ্যান্‌সেপ্‌স্‌** (*Reineckeia anceps*), **ইণ্ডোস্ফিংক্‌টিস** (*I n d o s p h i n c t e s*), **কিংকেলিনিসিরাস** (*Kinkeliniceras*) ইত্যাদি। ইহার সহিত যথারীতি ঝিনুক এবং ব্র্যাকিওপোড বর্তমান। বয়স সম্ভবত মধ্য ক্যালোভিয়ান।

৪নং সোপান—অ্যাথলেটা সোপান সাদা চুনাপাথর, সেল, জিপসাম ও মার্ল শিলায় গঠিত। একটি প্রধান জীবাশ্মের নাম হইল **পেল্টোশিরাস অ্যাথলেটা** (*Peltoceras athleta*) ; আর একটির নাম **অরিওনয়ডিস** (*Orionoides*)। বয়স সম্ভবত ঊর্ধ্ব ক্যালোভিয়ান।

৫নং সোপান—ধোসা ওলাইট সোপানের একটি বিশিষ্ট শৈল উপাদান হইল সবজে এবং বাদামী রঙের ওলাইট বা মৎস্যাণ্ডক চুনাপাথর (oolitic limestone)। ইহা জীবাশ্ম-বহুল একটি স্তর। উল্লেখযোগ্য কয়েকটি জীবাশ্ম হইল—**মায়াআইটিস মায়া** (*Mayaites maya*), **এপিমায়া-আইটিস পলিফিমাস** (*Epimayaites polyphemus*), **ইউঅ্যাস-পিডোশিরাস** (*Euaspidoceras*), **পেল্টোসেরাটয়ডিস** (*Pelto-ceratoides*), **তারামেলিশিরাস জুমারেণসি** (*Taramelliceras jumarense*), **পেরিস্ফিংক্‌টিস** (*Perisphinctes*), **প্যারাসিনো-শিরাস** (*Paracenoceras*), **ধোসাআইটিস** (*Dhosaites*) ইত্যাদি। ম্যাক্রোসিফালাইটিস প্রাণিকুলের পরিণত এবং বিবর্তিত রূপ এই স্তরে দেখিতে পাওয়া যায়। বয়স অক্সফোর্ডিয়ান।

(গ৩) **কাট্রল শ্রেণী** (Katrol Series)—এই শ্রেণীটি প্রধানত

বিভিন্ন প্রকার বেলেপাথর ও সেল দ্বারা গঠিত। ইহার মধ্যে তিনটি সোপান আছে :

কাট্রল শ্রেণী
- (৩) গজনসর সোপান ও জামিয়া সেল (Gajansar Stage & Zamia Shale)
- (২) কাট্রল মূল সোপান (Katrol Beds proper)
- (১) কাঁটকোট বেলেপাথর (Kantkot Sandstone)

১নং সোপান—ওয়াগুড় অঞ্চলে অবস্থিত কাঁটকোট নগরীর নাম হইতে এই বেলেপাথর স্তরটির নাম হইয়াছে। ইহার মধ্যে ঊর্ধ্ব অক্সফোর্ডিয়ান যুগের জীবাশ্ম, যেমন—**এপিমায়াআইটিস ট্রানসিয়েনসি** (*Epimayaites transiense*), **টরকোয়াটিস্ফিংক্টিস টরকোয়াটাস** (*Torquatisphinctes torquatus*), **পোরোস্ফিংক্টিস ভিরগুলয়ডিস** (*Porosphinctes virguloides*) ইত্যাদি বর্তমান। কাঁটকোট বেলেপাথরের মধ্যে ট্রান্স্‌ভারসেরিয়াস (Transversarius) ও বাইমামেটাস (Bimammatus) এই দুইটি জৈবিক অঞ্চলের উপস্থিতি অনুমান করিয়া ইহার বয়স আর্গোভিয়ান (ঊর্ধ্ব অক্সফোর্ডিয়ান) বলিয়া স্থির করা হইয়াছে।

২নং সোপান—কাট্রল মূল সোপানের চেয়ে ঈষৎ প্রাচীনতর কিন্তু কাঁটকোট সোপান অপেক্ষা ঈষৎ নবীনতর জীবাশ্ম স্তর দক্ষিণ কচ্ছের জুরন্ন নামক স্থানে দেখা যায়। ইহা বেলেমনাইট-মার্লের দ্বারা গঠিত এবং ইহার বয়স নিম্ন কিমারিজিয়ান।

কাট্রল মূল সোপানটির মধ্যে নিম্ন, মধ্য ও ঊর্ধ্ব তিনটি অনুসোপান আছে। ঊর্ধ্ব অনুসোপানটি অজৈবিক। নিম্ন অনুসোপানটি বেলেপাথর, গ্রীট, সেল এবং মার্লের দ্বারা গঠিত। ইহার জীবাশ্ম তালিকায় ফাইলোসেরাটিড দলের অ্যামোনাইট বৃহৎ সংখ্যায় আবির্ভূত হইয়াছে ; কয়েকটি হইল—**ফাইলোশিরাস** (*Phylloceras*), **টাইকোফাইলোশিরাস** (*Ptychophylloceras*), **সোয়ারবিশিরাস** (*Sowerbyceras*) ইত্যাদি। ওপেলিড এবং অ্যাসপিডোসেরাটিড দলীয় জীবাশ্মের সংখ্যা অনেক বৃদ্ধি পাইয়াছে। পেরিস্ফিনক্টিস দলীয় জীবাশ্মের সংখ্যা হ্রাস পাইয়াছে। ইউঅ্যাসপিডোশিরাস এখানে অনুপস্থিত। নিম্ন কাট্রল প্রাণিকুলের বয়স মধ্য কিমারিজিয়ান বলিয়া মনে হয়। মধ্য কাট্রল অনুসোপান বাদামী ও লাল বেলেপাথর এবং লৌহ শিলায় গঠিত। এই স্তরে **প্যাচিস্ফিংক্টিস** (*Pachysphinctes*) ও **কাট্রলিশিরাস** (*Katro-*

liceras) এই দুইটির প্রাচুর্য লক্ষণীয়। ইহা ছাড়া **টরকোয়াটিস্ফিংকৃটিস** (*Torquàtisphinctes*), **অ্যাসপিডোশিরাস** (*Aspidoceras*) ইত্যাদি আছে। ইহার বয়স মধ্য কিমারিজিয়ান। উর্ধ্ব অনুসোপানটি অজৈবিক বেলেপাথরে গঠিত, ইহার বয়স সম্ভবত উর্ধ্ব কিমারিজিয়ান।

৩নং সোপান—গজনসর সোপান হইতে প্রাপ্ত প্রধান জীবাশ্মগুলির মধ্যে **গ্লচিশিরাস** (*Glochiceras*), **ফাইলোশিরাস** (*Phylloceras*), **বেলেমনপসিস** (*Belemnopsis*), **হিলডোগ্লচিশিরাস** (*Hildoglochiceras*) ইত্যাদি আছে। এই সোপানটির বয়স নিম্ন পোর্টল্যাণ্ডিয়ান। জামিয়া সেল স্তর নামে নারূহা গ্রামের নিকট প্রাপ্ত একটি সমসাময়িক অবক্ষেপ হইতে কয়েকটি সামুদ্রিক জীবাশ্ম, যেমন **ডরসোপ্ল্যানাইটিস** (*Dorsoplanites*), **হ্যাপলোশিরাস** (*Haploceras*) ও কিছু উর্ধ্ব গণ্ডোয়ানা উদ্ভিদ পাওয়া গিয়াছে।

(গ$_4$) **উমিয়া শ্রেণী** (Umia Series)—পশ্চিম কচ্ছের উমিয়া গ্রাম হইতে এই শ্রেণীর নামকরণ হইয়াছে। ইহা প্রধানত বেলেপাথর, সেল ও কংগ্লোমারেট শিলায় গঠিত। ইহা সামুদ্রিক ও মহাদেশীয় অবক্ষেপের সংমিশ্রণ। তিনটি সোপানে উপবিভক্ত এই শ্রেণীটির ভূতত্ত্বীয় বয়স নবজুরাসিক হইতে পুরাক্রীটেশাস (নিম্ন) পর্যন্ত বিস্তৃত।

উমিয়া শ্রেণী
- (৩) ভূজ সোপান (১৩০০′) (Bhuj Stage)
- (২) উক্রা সোপান (১০০′) (Ukra Stage)
- (১) উমিয়া সোপান (১৬০০′) (Umia Stage)

১নং সোপান—উমিয়া সোপান প্রধানত অজৈবিক বেলেপাথরে গঠিত। ইহার মধ্যে আন্তঃস্তরায়িত দুইটি জৈবিক অঞ্চল আছে। নিচেরটি, প্রায় ৫০ ফুট গভীর, অ্যামোনাইট স্তর নামে পরিচিত। কিছু ব্র্যাকিওপোড ও প্রবাল ছাড়া জীবাশ্মগুলি অধিকাংশই অ্যামোনাইট, **ভিরগ্যাটোস্ফিংকৃটিস** (*Virgatosphinctes*), **টাইকোফাইলোশিরাস** (*Ptychophylloceras*), **উমিয়াইটিস** (*Umiaites*), **মাইক্রোঅ্যাকান্থোশিরাস** (*Microacanthoceras*), **অ্যাকান্থোরিংকিয়া** (*Acanthorhynchia*), **ট্রাইগোনিয়া** (*Trigonia*) ইত্যাদি। উপরের জৈবিক অঞ্চলটির নাম ট্রাইগোনিয়া স্তর। ইহার বিশিষ্ট জীবাশ্ম হইল **ট্রাইগোনিয়া**

ভেন্ট্রিকোসা (*Trigonia ventricosa*), ট্রাঃ ক্র্যাসা (*T. crassa*) ইত্যাদি। উমিয়া সোপানটির বয়স ঊর্ধ্ব পোর্টল্যাণ্ডিয়ান হইতে নিওকোমিয়ান (পুরাক্রীটেশাস)।

২নং সোপান—উক্ত সোপান সেল শিলায় গঠিত, প্রধানত চুনাময় সেল। ইহার বয়স অ্যাপ্টিয়ান (পুরাক্রীটেশাস)। এই সোপানে **অষ্ট্রালিশিরাস** (*Australiceras*), **কেলোনিশিরাস** (*Cheloniceras*), **ট্রোপিয়াম** (*Tropæum*) ইত্যাদি জীবাশ্ম পাওয়া গিয়াছে।

৩নং সোপান—ভুজ সোপানকে অনেক সময় উমিয়া উদ্ভিদ সোপান বলিয়া উল্লেখ করা হয়। কারণ উমিয়া শ্রেণীর অন্তর্গত এই সোপানটি হইতে উদ্ভিদ জীবাশ্ম পাওয়া যায়—**টাইলোফাইলাম** (*Ptylophyllum*) ইত্যাদি। এই উদ্ভিদকুল জব্বলপুর সংঘের উদ্ভিদকুলের সহিত সাদৃশ্য প্রদর্শন করে। এই সোপানটির ভূতত্ত্বীয় বয়স পর-অ্যাপ্টিয়ান (পুরাক্রীটেশাস)।

উমিয়া শ্রেণীর উপর ডেকান ট্র্যাপ (ঊর্ধ্ব ক্রীটেশাস—নিম্ন নবজীবীয়) অসংগতভাবে অবস্থিত। উমিয়া শ্রেণীর মধ্যে মেরুদণ্ডী অস্থি-জীবাশ্ম (fossil bone) কিছু পাওয়া গিয়াছে।

কাথিয়াওয়াড়ে (সৌরাষ্ট্র) উমিয়া শ্রেণীর সেল ও বেলেপাথর (পুরাক্রীটেশাস) অবক্ষেপ দেখা যায়।

7·5 দক্ষিণ ভারতের মধ্যজীবীয় স্তরক্রম (Mesozoics of south India)

(ক) **ভূমিকা**—মধ্যজীবীয় অধিযুগের অধিকাংশ সময়েই ভারতীয় উপদ্বীপ গণ্ডোয়ানা মহাদেশের অন্তর্ভুক্ত ছিল বলিয়া নদীজাত ঊর্ধ্ব গণ্ডোয়ানা অবক্ষেপ ব্যতীত কোন উল্লেখযোগ্য ট্রায়াসিক বা জুরাসিক সামুদ্রিক অবক্ষেপ এখানে নাই। জুরাসিক যুগের শেষে বা ক্রীটেশাসের প্রারম্ভেই গণ্ডোয়ানা মহাদেশের ভাঙ্গনের ফলে (এই ভাঙ্গনের সূত্রপাত অনেক পূর্বেই হইয়াছিল) ভারতীয় উপদ্বীপের পূর্ব উপকূল রচিত হইয়াছিল। নিম্ন ক্রীটেশাস উপযুগের কিছু ছোট ছোট সামুদ্রিক অবক্ষেপ ঊর্ধ্ব গণ্ডোয়ানা উদ্ভিদ-বাহী স্তরের সহিত মিশ্রিত অবস্থায় দক্ষিণ ভারতের উপকূলে (মাদ্রাজ, অঙ্গোল, গোদাবরী ইত্যাদি অঞ্চলে) দেখিতে পাওয়া যায়। এই ছোটখাটো অবক্ষেপগুলির চেয়ে নবীনতর স্তরীয় পর্যায়ে পাওয়া যায় ত্রিচিনোপল্লী জেলার ব্যাপক সামুদ্রিক স্তর। প্রায় ক্রীটেশাসের মাঝামাঝি দক্ষিণ ভারতের পূর্ব উপকূলে (করোমণ্ডল উপকূল) এক দীর্ঘস্থায়ী সামুদ্রিক উচ্ছ্বাস ঘটিয়াছিল। উক্ত সামুদ্রিক স্তরক্রম তাহারই রূপায়ণ। করোমণ্ডল উপকূলের এই ক্রীটেশাস

স্তরবলয় দক্ষিণে কাবেরী উপত্যকা হইতে উত্তরে পণ্ডিচেরী পর্যন্ত বিস্তৃত, তবে ইহা কয়েকটি উদ্‌ভেদে খণ্ডিত। দক্ষিণ ভারতের এই মধ্যজীবীয় স্তরক্রম নিম্ন ক্রীটেশাস হইতে ভৌম নবজীবীয় পর্যন্ত বিস্তৃত। ভারতীয় ক্রীটেশাস গোষ্ঠীর আদর্শভূমি বলিতে এই করোমণ্ডল উপকূলকে বোঝায় (যদিও এই অঞ্চলে ক্রীটেশাস সমুদ্র টেথিস মহীখাতের মত সম্ভবত অত গভীর ছিল না)। এই খ্যাতির প্রধান কারণ হইল জীবাশ্মের প্রাচুর্য এবং স্তরবিভাগে ও পারম্পর্যে উহাদের সার্থক প্রয়োগ।

দক্ষিণ ভারতের মধ্যজীবীয় তথা ক্রীটেশাস সামুদ্রিক উদ্‌ভেদগুলির ভৌগোলিক অবস্থান নিম্নে লিখিত হইল।

(১) পুরাক্রীটেশাস কালের সামুদ্রিক (বা মিশ্র) অবক্ষেপ :

(অ) গোদাবরী জেলার গোলাপিলি-রাঘবপুরম-তিরুপটি স্তরক্রম।
(আ) অঙ্গোল অঞ্চলের বুড়াভেড়া-ভীমাভরম-পাভালুর স্তরক্রম।
(ই) মাদ্রাজের নিকটবর্তী শ্রীপারমতুর-সত্যবেদু স্তরক্রম।
(ঈ) ত্রিচিনোপল্লীর অন্তঃউত্তাতুর (infra-Uttattur) স্তর।

এগুলি সবই প্রাক্‌-সিনোম্যানিয়ান কালের (pre-Cenomanian)।

(২) নবক্রীটেশাস কালের সামুদ্রিক অবক্ষেপ (সিনোম্যানিয়ান বা তদূর্ধ্ব বয়সের)

(অ) ত্রিচিনোপল্লী জেলার বৃহৎ উদ্‌ভেদ।
(আ) বৃধাচলম (দঃ আর্কট) অঞ্চলের উদ্‌ভেদ।
(ই) পণ্ডিচেরীর নিকটবর্তী উদ্‌ভেদ।
(ঈ) তাঞ্জোরের নিকটস্থ ক্ষুদ্র উদ্‌ভেদ।
(উ) রাজামহেন্দ্রীর অন্তঃট্র্যাপীয় (infra-trappean) উদ্‌ভেদ, সামুদ্রিক জীবাশ্ম-যুক্ত (ড্যানিয়ান উপযুগের অবক্ষেপ)।

(খ) **পুরাক্রীটেশাস স্তরসমূহ**—উপরোক্ত পুরাক্রীটেশাস স্তরগুলির অনুক্রম ও আনুমানিক পারম্পর্য নিম্নে প্রদত্ত হইল :

গোদাবরী	অঙ্গোল	মাদ্রাজ	ত্রিচিনোপল্লী
তিরুপটি স্তর	পাভালুর স্তর	সত্যবেদু	অন্তঃউত্তাতুর
রাঘবপুরম স্তর	ভীমাভরম স্তর	শ্রীপারমতুর	উদ্ভিদযুক্ত স্তর
গোলাপিলি স্তর	বুড়াভেড়া স্তর		

এই সমস্ত ছোট ছোট সামুদ্রিক স্তরগুলিতে ঊর্ধ্ব গণ্ডোয়ানা যুগের উদ্ভিদ ও সামুদ্রিক অ্যামোনাইটের সংমিশ্রণ পাওয়া গিয়াছে। সেইজন্য ইহাদের

উপকূলবর্তী সমুদ্রের অবক্ষেপ বলিয়া মনে হয়। পূর্বে ইহাদের জুরাসিক যুগভুক্ত বলিয়া বিবেচনা করা হইত। কিন্তু আধুনিক তথ্যের ভিত্তিতে ইহাদের বয়স পুরাক্রীটেশাস (সম্ভবত নিওকোমিয়ান) বলিয়া পুনর্নির্ধারিত হইয়াছে। এই পুনর্বিবেচনার প্রধান ভিত্তি হইল অ্যামোনাইট জীবাশ্ম। ইহাদের মধ্যে কয়েকটির বয়স পুরাক্রীটেশাস ; যেমন, **প্যাস্কোআইটিস বুডাভেডেনসিস** (*Pascoeites budavadensis*), **জিম্নোপ্লাইটিস সিম্প্লেক্স** (*Gymnoplites simplex*)।

(গ) **ত্রিচিনোপল্লীর ক্রীটেশাস স্তরক্রম**—নবক্রীটেশাস উপযুগের যে সকল সামুদ্রিক উদ্ভেদ দক্ষিণ ভারতে পাওয়া যায় বলিয়া উল্লিখিত হইয়াছে, তাহাদের মধ্যে সবচেয়ে সম্পূর্ণ এবং গুরুত্বপূর্ণ হইল ত্রিচিনোপল্লী জেলার বৃহৎ উদ্ভেদটি। সেইজন্য নবক্রীটেশাসের আদর্শরূপ বলিয়া ইহাকেই নিম্নে বিশেষভাবে আলোচনা করা হইবে।

(১) **সাধারণ পরিচয় ও অনুক্রম**—ত্রিচিনোপল্লী জেলার ক্রীটেশাস গোষ্ঠীর মোট ক্ষেত্রফল প্রায় ২৫০ বর্গ-মাইল। প্রাচীন আর্কিয়ান নাইস ও চার্ণকাইটের উপর অসংগত ভাবে ক্রীটেশাস গোষ্ঠী বিন্যস্ত। আর্কিয়ান ও ক্রীটেশাসের মধ্যে, পূর্বেই বলা হইয়াছে, একটি উদ্ভিদ-জীবাশ্ম যুক্ত ঊর্ধ্ব গণ্ডোয়ানা কালের সেল-বেলেপাথর স্তর মাঝে মাঝে দেখা যায়। পশ্চিমে ও দক্ষিণে প্রধানত আর্কিয়ান শিলাস্তর দ্বারা, পূর্বে কুড্ডালোর বেলেপাথর দ্বারা এবং উত্তরে সাম্প্রতিক পলিমাটি দ্বারা এই ক্রীটেশাস গোষ্ঠী সীমায়িত। অবক্ষেপের এবং জীবাশ্মের প্রকৃতি হইতে ইহাকে সুস্পষ্ট সামুদ্রিক অবক্ষেপ বলিয়া বোঝা যায়। উদ্ভেদের পশ্চিমাঞ্চলে এই স্তরগোষ্ঠীর প্রাচীনতম সদস্যটি প্রকটিত এবং পূর্বাভিমুখে অগ্রসর হইলে ক্রমশ নবীনতর সদস্যগুলি দেখিতে পাওয়া যায় ; উহাদের সংযোগ অনেক স্থলে প্রাবরণ (overlap) ও অসংগতি দ্বারা চিহ্নিত। নতির সাধারণ অভিমুখ হইল পূঃ-দঃ-পূঃ। স্তরক্রমটি নিম্নরূপ ঃ

কুড্ডালোর বেলেপাথর················উর্ধ্ব নবজীবীয়

—অসংগতি—

ক্রীটেশাস গোষ্ঠী

নিনিয়ুর সোপান···উর্ধ্ব মেষ্ট্রিকশিয়ান হইতে ড্যানিয়ান (প্যালিওসিন)

—সংগতি—

আরিয়ালুর সোপান···উর্ধ্ব সিনোনিয়ান হইতে মেষ্ট্রিকশিয়ান

—প্রাবরণ অসংগতি—

ত্রিচিনোপল্লী সোপান···উর্ধ্ব তুরোনিয়ান হইতে নিম্ন সিনোনিয়ান

—অসংগতি—

উত্তাতুর সোপান···উর্ধ্ব অ্যালবিয়ান হইতে নিম্ন তুরোনিয়ান

—অসংগতি—

আর্কিয়ান শিলাস্তর বা পুরাক্রীটেশাস উদ্ভিদস্তর

ক্রীটেশাস গোষ্ঠী এখানে সম্পূর্ণ গোষ্ঠী নহে, প্রকৃতপক্ষে উহা উর্ধ্ব ক্রীটেশাস শ্রেণী। ইহার উপবিভাগগুলিকে সোপান বলা হয়।

(২) **উত্তাতুর সোপান**—উত্তাতুর সোপানের নামকরণ হইয়াছে ত্রিচিনোপল্লীর নিকটবর্তী উত্তাতুর গ্রাম হইতে। আর্কিয়ান নাইস বা চার্ণকাইটের উপর ইহার অবস্থান অসংগত। উত্তাতুর গ্রামের নিকটে উত্তাতুর সোপানের নিম্নতম স্তর এবং আর্কিয়ান স্তরের মধ্যে উদ্ভিদবাহী সেল ও বেলেপাথরের একটি অন্তর্বর্তী স্তর প্রত্যক্ষ করা যায়। ইহার মধ্যে আছে উর্ধ্ব গণ্ডোয়ানা যুগের **টাইলোফাইলাম** (*Ptilophyllum*), **অটোজ্যামাইটিস** (*Otozamites*), **ক্ল্যাডোফ্লেবিস** (*Cladophlebis*) ইত্যাদি বিশিষ্ট উর্ধ্ব গণ্ডোয়ানা উদ্ভিদ-জীবাশ্ম। এই স্তরটি ভীমাভরম (অঙ্গোল) বা শ্রীপারমতুর (মাদ্রাজ) স্তরের সমসাময়িক অর্থাৎ পুরাক্রীটেশাস। ইহার শীর্ষে একটি পাতলা লৌহময় আবরণ দেখা যায়, তবে কোন সুস্পষ্ট গাঠনিক অসংগতি লক্ষ্য করা যায় না।

মূল উত্তাতুর সোপানটির স্তরীয় অবস্থান ইহার উপরে। অনেক স্থলেই উত্তাতুর সোপান সরাসরি নাইসের উপর রহিয়াছে বা চার্ণকাইটের উপর রহিয়াছে। চার্ণকাইট শিলাস্তরটিকে সংযোগস্থলের নিকট অতিশয় পরিবর্তিত এবং কঙ্কর (kankar) জাতীয় পদার্থে পরিণত রূপে দেখা যায়।

উত্তাতুর সোপানের শিলালক্ষণ (lithology) হইল মিহি দানার পলিপাথর, চুনাময় সেল এবং বালিময় ক্লে ; ইহার মধ্যে লৌহ, ফসফেট ও চুনাময় উপাদানে সমৃদ্ধ ছোট ছোট গোলকদেহ দেখিতে পাওয়া যায়। কয়েকটি স্থানে উত্তাতুর সোপানের নিম্নতম পর্যায়ে একটি প্রবাল চুনাপাথর (coral limstone) স্তর দেখিতে পাওয়া যায়। কোন কোন স্থানে উপলযুক্ত চুনাপাথরও (pebbly limestone) পাওয়া যায়। এই ভৌম চুনাপাথর স্তর হইতে **নোডোসরিয়া** (*Nodosaria*), **টেক্সচুলারিয়া** (*Textularia*), **রোটালিয়া** (*Rotalia*) ইত্যাদি ফোরামিনিফার এবং **সোলেনোপ্লুরা** (*Solenopleura*), **ম্যারিণেলা** (*Marinella*), **সিউডোলিথোথ্যামনিয়াম** (*Pseudolithothamnium*) ইত্যাদি অ্যাল্‌গি পাওয়া গিয়াছে। উত্তাতুর সোপানের উর্ধ্ব স্তরে বালির পরিমাণ বেশী, উপস্তরায়ণ সুস্পষ্ট এবং জিপসাম, লবণ ইত্যাদি বাষ্পীভবনজাত অবক্ষেপ বর্তমান। ইহা হইতে সমুদ্রের সাময়িক অগভীরতা প্রকাশ পায়। উত্তাতুর স্তরের গড় নতি প্রায় ১০°, পূর্ব বা দক্ষিণ-পূর্ব অভিমুখে। এই সোপানটির আনুমানিক গভীরতা প্রায় ৯০০ হইতে ১৮০০ ফুটের মধ্যে। উত্তাতুর সোপানের উপর যেখানে মৃত্তিকার আবরণ আছে, সেখানে ভূগর্ভস্থ জল বিশেষ লবণাক্ত বলিয়া লোকবসতি বিরল।

উত্তাতুর সোপানের নিম্ন পর্যায়ে বেলেমনাইটের দেহাংশ (গার্ড) পাওয়া যায়। সমগ্র সোপানটি অ্যামোনাইট জীবাশ্ম দ্বারা চিহ্নিত, ইহাদের মধ্যে কয়েকটি অকুণ্ডলায়িত (uncoiled) রূপের। উর্ধ্ব পর্যায়ে বড় বড় আকারের জীবাশ্ম পাওয়া যায়, কোন কোন অ্যামোনাইট দেহের ব্যাস সাড়ে তিন ফুট পর্যন্ত হইতে পারে। জীবাশ্মের দ্বারা এই সোপানকে তিনটি অনুসোপানে বিভক্ত করা চলে। নিম্নটির বিশিষ্ট জীবাশ্ম হইল **স্লোয়েনব্যাকিয়া ইনফ্লেটা** (*Schloenbachia inflata*), মধ্যটির হইল **অ্যাকান্থোশিরাস রটোম্যাগেনসি** সদৃশ (*Acanthoceras* cf. *rhotomagense*) এবং উর্ধ্বটির **ম্যামাইটিস কনসিলিয়েটাস** (*Mammites conciliatus*)। নিম্ন ও মধ্য অনুসোপান দুইটির বয়স উর্ধ্ব অ্যালবিয়ান হইতে সিনোম্যানিয়ান এবং উর্ধ্বটির বয়স সম্ভবত নিম্ন তুরোনিয়ান। উর্ধ্ব অনুসোপানে **আইনোসিরেমাস লেবিয়েটাস**-এর (*Inoceramus labiatus*) উপস্থিতি ইহার নিম্ন তুরোনিয়ান বয়সকে সমর্থন করে। উত্তাতুর সোপানের কয়েকটি জীবাশ্ম :—

শামুক—**নেরিনিয়া** (*Nerinea*), **টারিটেলা** (*Turritella*), **লিটোরিনা** (*Littorina*) ইত্যাদি। ঝিনুক—**লিউসিনা** (*Lucina*),

আইনোসিরেমাস (*Inoceramus*), **অ্যালেকট্রায়োনিয়া** (*Alectryonia*), **গ্রাইফিয়া** (*Gryphaea*) ইত্যাদি। সেফালোপোড—**ষ্টলিস্কাইয়া** (*Stoliczkaia*), **টারিলাইটিস** (*Turrilites*) **ব্যাকুলাইটিস** (*Baculites*), **অ্যানাইসোশিরাস** (*Anisoceras*) ইত্যাদি। প্রবাল—**অ্যাষ্ট্রোসিনিয়া** (*Astrocoenia*), **ষ্টাইলিনা** (*Stylina*), **থিকসমিলিয়া** (*Thecosmilia*), **আইসাসট্রিয়া** (*Isastraea*), **থ্যামন্যাসট্রিয়া** (*Thamnastrea*), **হেলিওপোরা** (*Heliopora*) ইত্যাদি।

(৩) **ত্রিচিনোপল্লী সোপান**—ত্রিচিনোপল্লী শহর হইতে ইহার নাম হইয়াছে; শহরটি অবশ্য এই সোপানের উদ্‌ভেদ হইতে প্রায় ১৬ মাইল দূরে। গরুড়মঙ্গলম এবং কুন্নাম গ্রামে ইহার শ্রেষ্ঠ উদ্‌ভেদ দেখা যায়। ইহার নিম্ন প্রান্ত উত্তাতুর সোপানকে প্রাবৃত (overlapped) করিয়া আঁকিয়ান নাইসের উপর বিস্তৃত। ত্রিচিনোপল্লী সোপানের ভূমিতে কংগ্লোমারেট চিহ্নিত একটি অসংগতি অনেক স্থানেই দেখা যায়। এই কংগ্লোমারেটের মধ্যে গ্র্যানিট, কোয়ার্টজ ইত্যাদির খণ্ড বর্তমান। এই সোপানটি একটি তটীয় (littoral) অগভীর সমুদ্রের অবক্ষেপ—বেলেপাথর, গ্রীট, ক্যালসিয় গ্রীট, কিছু সেল এবং খোলক-চুনাপাথর (shell limstone, শামুক ও ঝিনুকের খোলক যুক্ত) ইত্যাদির দ্বারা গঠিত। খোলক-চুনাপাথরটি অনেক সময় অলংকার শিলা (ornamental stone) রূপে ব্যবহৃত হয়। এই সোপানের গভীরতা ১০০০ ফুটের অধিক। ইহাতে জীবাশ্ম কাষ্ঠ ও বৃক্ষের গুঁড়ি পাওয়া যায়, এক একটি গুঁড়ি ৮০ ফুট পর্যন্ত লম্বা হইতে পারে।

ত্রিচিনোপল্লী সোপানের জৈব প্রকৃতি উত্তাতুর প্রাণিকুলের মতো তত সমৃদ্ধ নহে এবং উভয় প্রাণিকুলের মধ্যে উপাদানগত পার্থক্য আছে। জীবাশ্মের ভিত্তিতে ইহার মধ্যে দুইটি অনুসোপান নির্ধারণ করা হইয়াছে। নিম্নটি **প্যাচিডিসকাস** (*Pachydiscus*) ও **প্রোটোকার্ডিয়া** (*Protocardia*) এই দুইটি গণের অন্তর্ভুক্ত জীবাশ্ম-জাতি দ্বারা চিহ্নিত—উহারা তুরোনিয়ান বয়সের নির্দেশক। উর্ধ্ব অনুসোপানটি **প্ল্যাসেন্টিশিরাস** (*Placenticeras*) ও **হেটেরোশিরাস** (*Heteroceras*) গণভুক্ত জীবাশ্ম জাতির দ্বারা চিহ্নিত, উহারা নিম্ন সিনোনিয়ান বয়স নির্দেশ করে। উত্তাতুর সোপানের **টারিলাইটিস, স্ক্যাফাইটিস, অ্যানাইসোশিরাস** ত্রিচিনোপল্লী সোপানে অনুপস্থিত। ত্রিচিনোপল্লী সোপান হইতে প্রাপ্ত কয়েকটি জীবাশ্ম:

সেফালোপোড—**পেরোনিশিরাস** (*Peroniceras*), **টেট্রাগোনা-**

ইটিস (*Tetragonites*), **প্যারাপ্যাচিডিসকাস** (*Parapachydiscus*), **হলকোডিসকাস** (*Holcodiscus*), **ডেসমোশিরাস** (*Desmoceras*) ইত্যাদি। শামুক—**অ্যালারিয়া** (*Alaria*), **সাইপ্রিয়া** (*Cypraea*), **হেমিফিউসাস** (*Hemifusus*), **টারিটেলা** (*Turritella*), **ডেন্টেলিয়াম** (*Dentalium*)। ঝিনুক—**স্পনডাইলাস** (*Spondylus*), **মডিওলা** (*Modiola*), **করবুলা** (*Corbula*), **সাইথেরিয়া** (*Cytherea*) ইত্যাদি। প্রবাল—**ট্রোকোস্মিলিয়া** (*Trochosmilia*), **আইস্যাস্ট্রিয়া** (*Isastrea*) ইত্যাদি।

(৪) **আরিয়ালুর সোপান**—আরিয়ালুর গ্রামের নাম হইতে ইহার নাম হইয়াছে। পূর্ববর্ণিত সোপানগুলি অপেক্ষা ইহা দীর্ঘবিস্তৃত এবং জীবাশ্ম-সমৃদ্ধ। ইহা একটি অগভীর সমুদ্রের অবক্ষেপ। নিনিয়ুর সোপানের সহিত ইহার যুক্ত-গভীরতা প্রায় ১০০০ ফুটের কাছাকাছি। ইহার নিম্নপ্রান্ত পূর্ববর্তী সোপানকে প্রাবৃত করিয়াছে। সাদা বেলেপাথর এবং মৃন্ময় বেলেপাথরে ইহার অধিকাংশ গঠিত। নিম্নস্তরে কিন্তু বিম্বক (nodular) চুনাময় সেলস্তর আছে, সেগুলিই জীবাশ্মের প্রধান উৎস। ঊর্ধ্বস্তরের বেলেপাথর মূলত জীবাশ্ম-বিরল। আরিয়ালুর স্তরের নতি সাধারণত ৩° – ৫°, পূর্ব বা উত্তর-পূর্ব অভিমুখে।

আরিয়ালুর সোপানের প্রাণিকুল (fauna) ত্রিচিনোপল্লী প্রাণিকুল অপেক্ষা অনেক ঐশ্বর্যময় ও বৈচিত্র্যপূর্ণ; কিন্তু উভয় সোপানের মধ্যে কোন বড় রকমের জৈবিক অসংগতি নাই। ত্রিচিনোপল্লী সোপান হইতে অনেক জীবাশ্মই আরিয়ালুর সোপানে প্রবেশ করিয়াছে। উভয় প্রাণিকুলের একটি উপাদানগত সাদৃশ্য হইল সেফালোপোড দলের তুলনায় শামুকদলের আধিক্য। অবশ্য আরিয়ালুর প্রাণিকুলের কিছু মৌলিকতাও আছে। আরিয়ালুর সোপানে একিনোডারমাটা ও ব্রায়োজোয়ার বহু জীবাশ্ম এবং সরীসৃপ ও মৎস্যের কিছু জীবাশ্ম পাওয়া যায়। আরিয়ালুর সোপানকে জৈব প্রকৃতি অনুসারে দুইটি অনুসোপানে বিভক্ত করা যায়। নিম্ন অনুসোপানটি জীবাশ্ম-বহুল এবং উহাই আরিয়ালুর প্রাণিকুলের মূল উৎস। এই অনুসোপান হইতে যে সকল জীবাশ্ম পাওয়া গিয়াছে তাহার মধ্যে **প্যাচিডিসকাস** (*Pachydiscus*) এবং **ব্যাকুলাইটিস** (*Baculites*)-এর কয়েকটি জাতি নিশ্চিতরূপে ঊর্ধ্ব সিনোনিয়ান বয়স নির্দেশ করে। ঊর্ধ্ব অনুসোপানটি মূলত অজৈবিক বা জীবাশ্ম-বিরল। ইহার মধ্যে পাওয়া গিয়াছে **সিডেরোলাইটিস ক্যালসিট্রোপয়ডিস** (*Siderolites calcitropoides*) এবং **লেপিডরবিটয়ডিস** (*Lepidorbitoides*)—ইহারা মেস্ট্রিকশিয়ান (ঊর্ধ্ব

নবক্রীটেশাস) বয়স নির্দেশ করে। এই প্রসঙ্গে বলা যায় ত্রিচিনোপল্লী জেলায় আরিয়ালুর সোপানের যে উদ্‌ভেদ আছে তাহা অপেক্ষা পণ্ডিচেরীর নিকটবর্তী আরিয়ালুর সোপান উদ্‌ভেদ জীবাশ্ম-সঞ্চয়ে শ্রেয়।

আরিয়ালুর প্রাণিকুলের কয়েকটি জীবাশ্ম :

সেফালোপোড—**নটিলাস** (*Nautilus*), **কসম্যাটিশিরাস** (*Kossmaticeras*), **স্ফেনোডিসকাস** (*Sphenodiscus*), **ডেসমোশিরাস** (*Desmoceras*), **প্যারাপ্যাচিডিসকাস** (*Parapachydiscus*) ইত্যাদি। ঝিনুক—**ফোলাডোমায়া** (*Pholadomaya*), **ট্রাইগোনিয়া** (*Trigonia*), **সাইপ্রিণা** (*Cyprina*) ইত্যাদি। শামুক—**রসটেলেরিয়া** (*Rostellaria*), **নেপচুনিয়া** (*Neptunea*), **সেরিথিয়াম** (*Cerethium*), **টারিটেলা ডিসপ্যাসা** (*Turritella dispassa*) ইত্যাদি। প্রবাল—**সাইক্লোলাইটিস** (*Cyclolites*), **ষ্টাইলিনা** (*Stylina*) ইত্যাদি। একিনোডারমাটা—**সিডারিস** (*Cidaris*), **হেমিয়েষ্টার** (*Hemiaster*), **ষ্টিগ্‌ম্যাটোপাইগাস** (*Stygmatopygus*) ইত্যাদি। ব্রায়োজোয়া—**লাইনুলাইটিস** (*Linulites*), **সেরিওপোরা** (*Ceriopora*), **এসক্যারা** (*Eschara*) ইত্যাদি। সরীসৃপ—**টাইটানোসরাস** (*Titanosaurus*), **মেগালোসরাস** (*Megalosaurus*)। মৎস্য—**অটোডাস** (*Otodus*), **টাইকোডাস** (*Ptychodus*) ইত্যাদি।

(৫) **নিনিয়ুর সোপান**—আরিয়ালুরের উত্তর-পূর্বে নিনিয়ুর নামক স্থানে এই সোপানের উদ্‌ভেদ দেখা যায়। পণ্ডিচেরী অঞ্চলে এই সোপানটিকে নেরিনিয়া স্তর নামে অভিহিত করা হয়। নিনিয়ুর সোপান ও আরিয়ালুর সোপানের মধ্যে সীমারেখা সংগতিপূর্ণ। উহাদের যুক্ত-গভীরতা প্রায় ১০০০ ফুট। নিনিয়ুর সোপানের শৈল উপাদান প্রধানত সেল এবং বিভিন্ন বর্ণনার বেলেপাথর। এই সোপানে অ্যামোনাইট জীবাশ্ম পাওয়া যায় না। তবে, **হারকোগ্লসা ড্যানিকাস** (*Hercoglossa danicus*) নামক সেফালোপোড জীবাশ্মটি এবং **অর্বিটয়ডিস মাইনর** (*Orbitoides minor*) নামক ফোরামিনিফার জীবাশ্মটির উপস্থিতি মেষ্ট্রিকশিয়ান (ঊর্ধ্ব নবক্রীটেশাস) হইতে ড্যানিয়ান (প্যালিওসিন, ভৌম টার্শারি) বয়স নির্দেশ করে। প্রথমটি ড্যানিয়ানের ও দ্বিতীয়টি মেষ্ট্রিকশিয়ানের সূচক-জীবাশ্ম। সাম্প্রতিক কালে প্রাপ্ত **গ্লোবোরোটালিয়া** (*Globorotalia*) নামক ফোরামিনিফার জীবাশ্মটিও ড্যানিয়ান বয়সকে সমর্থন করে। নিনিয়ুর সোপান হইতে প্রাপ্ত অন্যান্য কয়েকটি জীবাশ্ম :

ঝিনুক—**টেলিনা** (*Tellina*), **লিউসিনা** (*Lucina*), **কার্ডিটা** (*Cardita*) ইত্যাদি। সেফালোপোড—**নটিলাস** (**হার্কোগ্লসা**) (*Hercoglossa*)। শামুক—**টারিটেলা** (*Turritella*), **ইউস্পাইরা** (*Euspira*) ইত্যাদি। প্রবাল—**থ্যামন্যাষ্ট্রিয়া** (*Thamnastrea*) **ক্যারিওফিলিয়া** (*Caryophyllia*) ইত্যাদি। অ্যাল্‌গি—**ডাইসো-ক্ল্যাডেলা** (*Dissocladella*), **ইণ্ডোপোলিয়া** (*Indopolia*), **অ্যাসিকুলেরিয়া** (*Acicularia*) ইত্যাদি। আইনোসিরেমাস, ট্রাইগোনিয়া ইত্যাদি বিশিষ্ট মধ্যজীবীয় জীবাশ্ম এই সোপান হইতে অনুপস্থিত।

7·6 কাশ্মীরের মধ্যজীবীয় স্তরক্রম (Mesozoic strata of Kashmir)

ট্রায়াসিক হইতে ক্রীটেশাস পর্যন্ত মধ্যজীবীয় স্তরক্রম কাশ্মীরে বর্তমান রহিয়াছে। পার্মিয়ান যুগের জিওয়ান স্তরের উপর মধ্যজীবীয় স্তরের সুগভীর অনুক্রম এখানে দেখা যায়। উভয়ের মধ্যে কোন সুস্পষ্ট গাঠনিক অসংগতি লক্ষ্য করা যায় নাই। মধ্যজীবীয় স্তরের তিনটি গোষ্ঠী নিম্নে বর্ণিত হইল।

(ক) **ট্রায়াসিক**—হিমালয়ের ট্রায়াসিক স্তর-বলয় পশ্চিম দিকে কাশ্মীর অঞ্চলে প্রবেশ করিয়াছে। লিডার উপত্যকা, সিন্ধু উপত্যকা, ওয়ার্ধওয়ান, গুরেজ, মধ্য লাডাক, উত্তর-পশ্চিম কাশ্মীর, পীর পাঞ্জাল ইত্যাদি স্থানে ট্রায়াসিক স্তর রহিয়াছে। হিমালয়ের বিভিন্ন অংশে ট্রায়াসিক অঞ্চলগুলি যেরূপ দুর্গম, কাশ্মীর উপত্যকায় সেরূপ নহে। নিম্নপ্রদত্ত ছকটিতে কাশ্মীরের ট্রায়াসিক গোষ্ঠীর সম্পূর্ণ স্তরক্রমটি বর্ণিত হইল:

ট্রায়াসিক গোষ্ঠী

উর্ধ্ব ট্রায়াসিক (কয়েক সহস্র ফুট)
- কৃষ্ণবর্ণ, জীবাশ্ম-বিরল, নিঃস্তরায়িত চুনাপাথর
- **স্পিরিফেরাইনা ষ্ট্রাচেইর** (*Spiriferina stracheyi*) অঞ্চল
- ঝিনুক-সম্বলিত স্তর

মধ্য ট্রায়াসিক (সহস্রাধিক ফুট)
- টাইকাইটিস (Ptychites) স্তর, চুনাময় ও সেলজাতীয় উপাদান
- সেরাটাইট স্তর, চুনাময় ও সেলজাতীয় উপাদান
- **রিংকোনেলা ট্রাইনোডোসাই** স্তর (Rhynchonella trinodosi), চুনাময় ও সেলজাতীয় উপাদান
- জিমনাইটিস ও সেরাটাইট স্তর, চুনাপাথর
- বিম্মক চুনাপাথর ও সেল
- পাতলা চুনাপাথর, বালিময় চুনাপাথর ও সেল

নিম্ন ট্রায়াসিক (তিন শতাধিক ফুট)
- হুংগেরাইটিস সেল (ইহার স্তরীয় অবস্থান অনিশ্চিত)
- মিকোশিরাস স্তর—সেল ও চুনাপাথর
- ওফিশিরাস চুনাপাথর

নিম্ন ট্রায়াসিক স্তর হইতে প্রাপ্ত জীবাশ্মগুলির মধ্যে উল্লেখযোগ্য হইল—**ওফিশিরাস** (*Ophiceras*), **জেনোডিস্কাস** (*Xenodiscus*), **বিষ্ণুআইটিস** (*Vishnuites*), **মিকোশিরাস** (*Meekoceras*), **ফ্লেমিংগাইটিস** (*Flemingites*), **সিবিরাইটিস** (*Sibirites*), **কাশ্মীরাইটিস** (*Kashmirites*), **ষ্টিফানাইটিস** (*Stephanites*), **হুংগেরাইটিস** (*Hungarites*), **সিউডোমনোটিস** (*Pseudomonotis*) ইত্যাদি।

মধ্য ট্রায়াসিক স্তর হইতে যে সকল জীবাশ্ম পাওয়া গিয়াছে তাহাদের মধ্যে উল্লেখযোগ্য কয়েকটি হইল—**সেরাটাইটিস থুইলেরি** (*Ceratites thuilleri*), **হল্যাণ্ডাইটিস** (*Hollandites*), **বাইরিকাইটিস** (*Beyrichites*), **সিবিরাইটিস** (*Sibirites*), **জিম্‌নাইটিস** (*Gymnites*), **বুদ্ধাইটিস** (*Buddhaites*), **অ্যাক্রোকর্ডিসিরাস** (*Acrochordiceras*), **গ্রাইপোশিরাস** (*Grypoceras*), **টাইকাইটিস** (*Ptychites*), **মস্‌ভ্যারোশিরাস** (*Mojsvaroceras*), **লিমা** (*Lima*), **পেক্‌টেন** (*Pecten*), **মায়োফোরিয়া** (*Myophoria*) ইত্যাদি।

ঊর্ধ্ব ট্রায়াসিক স্তর হইতে যে সকল জীবাশ্ম পাওয়া গিয়াছে, তাহাদের মধ্যে উল্লেখযোগ্য হইল—**স্পিরিফেরাইণা ষ্ট্র্যাচেই** (*Spirifcrina stracheyi*), **স্পিঃ** অ্যাফ্ **লিলাংগেনসিস** (*S.* aff. *lilangensis*), **মেণ্ট্জেলিয়া** (*Mentzelia*), **রিংকোনেলা** (*Rhynchonella*), **ডায়ালেসমা জুলিকাম** (*Dialesma julicum*), **হির্ণেসিয়া** (*Hoernesia*), **চ্যামিস** (*Chamys*) ইত্যাদি। কাশ্মীরের ঊর্ধ্ব ট্রায়াসিক জীবাশ্ম-সঞ্চয় হিমালয়ের তুলনায় নগণ্য ও ঐশ্বর্যবিহীন, সেফালোপোড প্রায় নাই।

(খ) **জুরাসিক**—কাশ্মীরের ভিহি জেলায় ও লাডাকে ট্রায়াসিক স্তরের উপরে মেগালোডন চুনাপাথরের স্তর (ইহা স্পিটি-হিমালয়ের এক সুবিখ্যাত স্তরের নাম) পাওয়া যায়। পূর্বেই বলা হইয়াছে এই স্তরের নিম্নাংশ ঊর্ধ্বতম ট্রায়াসিক বয়সের এবং ঊর্ধ্বাংশ নিম্ন জুরাসিক বয়সের। স্পিটির মতো কাশ্মীরেও এই স্তরের ঊর্ধ্বাংশকে জুরাসিকভুক্ত বলিয়া গণ্য করা হয়। জুরাসিক যুগের বিখ্যাত স্পিটি সেলের সমপর্যায়ের স্তর লাডাক ও জাংস্কার পর্বতে মেগালোডন স্তরের উপর বর্তমান রহিয়াছে। এই সেলস্তরের মধ্যে **ম্যাক্রোসিফালাইটিস** (*Macrocephalites*), **বেলেম্নাইটিস** (*Belemnites*) ইত্যাদি জীবাশ্ম পাওয়া গিয়াছে। পীর পাঞ্জাল ও উত্তর-পশ্চিম কাশ্মীরেও জুরাসিক স্তর আছে বলিয়া বিশ্বাস করা হয়। পীর পাঞ্জালের বানিহাল গিরিখাতে জুরাসিক উদ্‌ভেদটি ট্রায়াসিক স্তরের একটি পিষ্ট অধোভঙ্গের মধ্যে দেখিতে পাওয়া যায়। মোটের উপর বলা যায় কাশ্মীরে জুরাসিক স্তরক্রমের উত্তম রূপায়ণ হয় নাই।

(গ) **ক্রীটেশাস**—ক্রীটেশাস গোষ্ঠীর স্তর কাশ্মীরে জুরাসিক অপেক্ষাও অকিঞ্চিৎকর বলিয়া মন্তব্য করা হইয়াছে। পাললিক ক্রীটেশাস স্তরের উদ্‌ভেদ কয়েকটি দেখা যায় রুপ্সু অঞ্চলে, এগুলি শ্বেত চুনাপাথরে নির্মিত এবং স্পিটির চিকিম শ্রেণীর পর্যায়ভুক্ত। উত্তরাংশে লাডাকে হিপুরাইট (Hippurite) চুনাপাথর স্তর এবং লে-য়ার্কান্দ পথে সাজনা নামক স্থানে **গ্রাইফিয়া ভেসিকুলোসা** (*Gryphaea vesiculosa*)-সম্বলিত ক্যালসিয় বেলেপাথর পাওয়া গিয়াছে; উভয়েরই বয়স ক্রীটেশাস। হাজরা অঞ্চলে ক্রীটেশাস স্তরের পাতলা কিন্তু বিস্তৃত উদ্‌ভেদ দেখিতে পাওয়া যায়। চিত্রাল অঞ্চলে **অরবিটোলিনা** (*Orbitolina*) ও **হিপুরাইটের** জীবাশ্ম-যুক্ত স্তর পাওয়া গিয়াছে। উত্তর কাশ্মীরে নাঙ্গা পর্বতের প্রান্তে রূপান্তরিত প্রাচীন স্তর শলূখলা শ্রেণীর মধ্যে একটি আগ্নেয়জ-উপাদান-নির্মিত স্তর পাওয়া গিয়াছে। বুঁজিল উপত্যকা এবং দ্রাস অঞ্চলের নামে এই আগ্নেয়গিরিজাত

অবক্ষেপটির নাম দেওয়া হইয়াছে। ইহার সহিত ***অর্বিটোলিনা*** *নামক ফোরামিনিফার যুক্ত ক্রীটেশাস চুনাপাথর স্তর নিবিড়ভাবে সংযুক্ত।* দ্রাস ভল্‌কানিক শ্রেণীটি (Dras Volcanic Series) একদিকে ক্রীটেশাস পললস্তরের সহিত এবং অপরদিকে উদ্‌বেধী গ্র্যানিট দেহের সহিত সংশ্লিষ্ট। কাশ্মীরের এই বিখ্যাত উদ্‌গারী স্তর একটি অধোভঙ্গের আকারে বলিত এবং উহার উদ্‌ভেদ দীর্ঘবিস্তৃত, কয়েক মাইল চওড়া এবং কয়েক সহস্রফুট গভীর; ইহার মধ্যে আন্তঃস্তরায়িত অসংখ্য সেল ও চুনাপাথর স্তরের মধ্যে উল্লিখিত ফোরামিনিফার ছাড়াও অনেক ঝিনুক, প্রবাল, শামুক ও অন্যান্য জীবাশ্ম পাওয়া গিয়াছে।

7·7 মধ্যজীবীয় অধিযুগে ভারতীয় অঞ্চলের ভূতত্ত্বীয় ইতিহাস (geological history of the Indian region in Mesozoic Era)

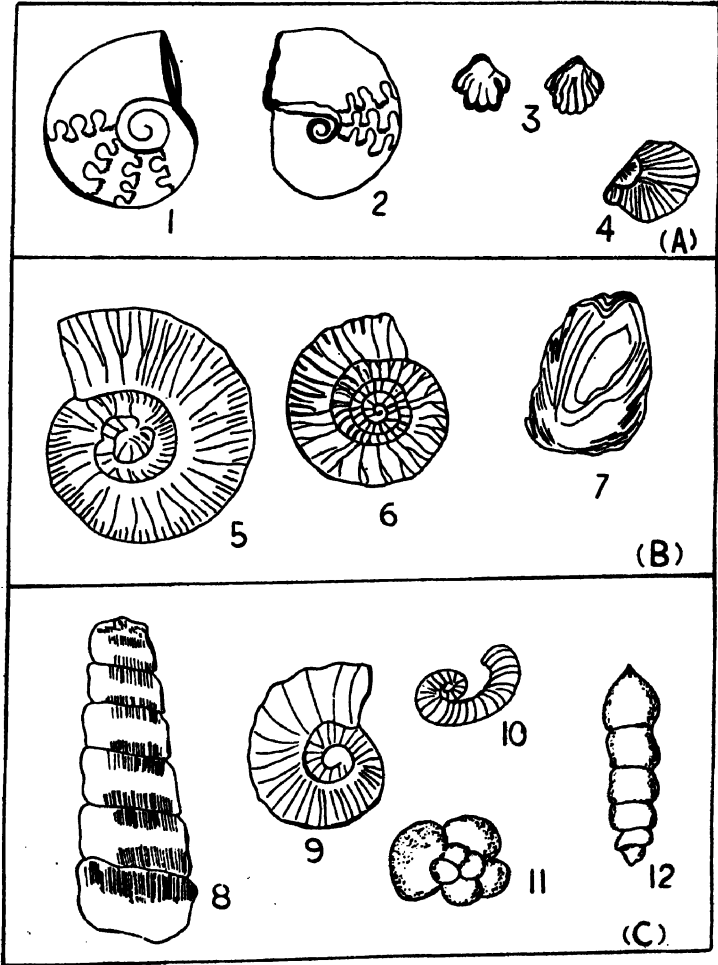
মধ্যজীবীয় নামটির মধ্যে সুস্পষ্ট ইঙ্গিত রহিয়াছে যে এই অধিযুগের প্রাণী ও উদ্ভিদ জগৎ পুরাজীবীয় অধিযুগের তুলনায় উন্নত ও স্বতন্ত্র। পৃথিবীর অন্যান্য স্থানের ন্যায় ভারতীয় অঞ্চলেও মধ্যজীবীয় ইতিহাসের সূচনাতেই মস্তকপদী (সেফালোপোড) গোষ্ঠীভুক্ত অ্যামোনাইট প্রাণিকুলের আবির্ভাব ঘটে; ইহারা এই কালের অতি উল্লেখযোগ্য জীব, ইহাদের দ্রুত ও আকর্ষণীয় বিবর্তনের নিদর্শনে ভারতের সামুদ্রিক স্তরগুলি সমৃদ্ধ। মহাদেশীয় বা স্বাদু-জলজ অবক্ষেপগুলির (গণ্ডোয়ানা) মধ্যে অনুরূপ সমৃদ্ধি দেখিতে পাওয়া যায় মেরুদণ্ডী সরীসৃপ প্রাণিকুলের। থেরোমর্ফ, ডাইনোসরাদি অতিকায় সরীসৃপ সমগ্র মধ্যজীবীয় অধিযুগ ব্যাপিয়া ভারতীয় স্থলভূমিতে রাজত্ব করে; ঠিক যেমন অ্যামোনাইটরা করিয়াছিল সমুদ্রবক্ষে। মধ্যজীবীয় যুগের শেষভাগে সরীসৃপ প্রাধান্যের অবসান ঘটে; ডেকান ট্র্যাপের উদ্‌গিরণকে কেহ কেহ এজন্য দায়ী মনে করেন। সমুদ্রে অ্যামোনাইটকুলও মধ্যজীবীয় অধিযুগের সহিত বিলীন হইয়া যায়। উদ্ভিদ-জগতের ইতিহাসে সবচেয়ে উল্লেখযোগ্য ঘটনা গোড়াতেই পুরাজীবীয় অধিযুগের বিখ্যাত **গ্লসপটেরিসকুলের** বিলোপ। মধ্যজীবীয় কালে যে উদ্ভিদকুলের উত্থান হয় (**ডাইক্রয়ডিয়াম—টাইলোফাইলাম**) তাহা ততটা আঞ্চলিক বা সীমিত নহে। ইহাদের বিশ্ব-বিস্তৃতি উল্লেখযোগ্য কয়েকটি নিদর্শনের দ্বারা সপ্রমাণিত হইয়াছে। দৃষ্টান্তস্বরূপ বলা যাইতে পারে, গ্রাহামল্যাণ্ড (অ্যাণ্টার্কটিকার নিকট), ইয়র্কশায়ার (বৃটিশ দ্বীপপুঞ্জ) ও ভারতীয় উপদ্বীপের জুরাসিক যুগের কয়েকটি পত্র-জীবাশ্মের মধ্যে ঘনিষ্ঠ সাদৃশ্য রহিয়াছে। ইহা হইতে ভারতীয় ভূখণ্ডের সহিত বিশ্বের অন্যান্য সুদূর ভূভাগের প্রত্যক্ষ বা পরোক্ষ সংযোগ অনুমান করা হইয়াছে।

জলস্থলের বিন্যাস পর্যালোচনা করিলে দেখা যায় যে পার্মিয়ান যুগের চিত্রটি মোটামুটি অপরিবর্তিতরূপে উত্তরাধিকারসূত্রে মধ্যজীবীয় অধিযুগের মধ্যে সঞ্চারিত হইয়াছিল। দুইটি প্রধান বৈশিষ্ট্য—ভারতীয় উপদ্বীপের প্রতিরোধী ভূখণ্ড এবং ইহার উত্তর প্রান্তে দীর্ঘবিস্তৃত টেথিস মহাসমুদ্র—প্রায় সমগ্র মধ্যজীবীয় অধিযুগ ব্যাপিয়া অক্ষুণ্ণ ছিল বলা যায়। পূর্বে বলা হইয়াছে, হিমালয়ে বা তৎসংলগ্ন লবণ পর্বতে ও অন্যান্য ভারতীয় সামুদ্রিক স্তরক্রমে পুরাজীবীয় ও মধ্যজীবীয়ের মধ্যে কোন সুস্পষ্ট স্তরীয় অসংগতি নাই। তথাপি, জৈব অসামঞ্জস্য আছে এবং এক-আধটি স্থানীয় বিরতিসূচক শিলাছেদও দেখা যায় বলিয়া, অনুমান করা হইয়াছে যে সম্ভবত সাময়িক ভাবে পার্মিয়ানের শেষে টেথিস সমুদ্রের কিঞ্চিৎ সংকোচন ঘটিয়াছিল। লবণ পর্বতে চিদ্রু গ্রামের নিকট প্রোডাক্টস চুনাপাথর (পার্মিয়ান) ও সেরাটাইট চুনাপাথরের (ট্রায়াসিক) মধ্যে একটি স্থানীয় অসংগতি বর্ণিত হইয়াছে। কিন্তু এইরূপ সমুদ্র-সংকোচন (marine regression) হইয়া থাকিলেও তাহার মেয়াদ যে স্বল্পস্থায়ী ছিল এ-কথা প্রমাণিত হয় হিমালয় অঞ্চলে গভীর এবং প্রায় সম্পূর্ণ জীবাশ্মবহুল ট্রায়াসিক সামুদ্রিক অনুক্রমের উপস্থিতি হইতে।

মধ্যজীবীয় অধিযুগের প্রথম কল্প ট্রায়াসিক। ট্রায়াসিক স্তরক্রম পরীক্ষা করিয়া দেখা গিয়াছে যে হিমালয় অঞ্চলে কোন বড় অসংগতি ইহার মধ্যে নাই। ছোটখাটো ধরণের কয়েকটি অসংগতি অবশ্য ইহার মধ্যে সম্ভবত প্রচ্ছন্ন আছে বলিয়া বিশ্বাস; কারণ, জৈব যোগসূত্র মাঝে মাঝে ছিন্ন। ট্রায়াসিক যুগের কয়েকটি পর্যায়ে টেথিসের স্বল্পস্থায়ী সংকোচন এবং তজ্জনিত সাময়িক অবক্ষেপণ বিরতির প্রভাবে এই ধরণের অস্পষ্ট বা প্রচ্ছন্ন স্তরীয় ছেদের সৃষ্টি হইয়া থাকিতে পারে। ট্রায়াসিক যুগের কালসীমায় ভারতীয় অঞ্চলে ভূবিন্যাসের খুব উল্লেখযোগ্য পরিবর্তন হয় নাই। টেথিস মহাসমুদ্র এই সময় বিরাট কলেবর লাভ করিয়াছিল। পশ্চিমে উহা এশিয়া মাইনর, পারস্য ও দক্ষিণ ইউরোপের মধ্য দিয়া আল্প্‌স অঞ্চল পর্যন্ত বিস্তৃত ছিল। পূর্বে উহা দক্ষিণ চীন, তিব্বত সীমান্ত ও ইন্দোচীনকে বেষ্টন করিয়া ব্রহ্মদেশের মধ্য দিয়া সম্ভবত ভারত মহাসাগর ও প্রশান্ত মহাসাগরের সহিত যুক্ত হইয়াছিল। এই সকল অঞ্চলে সদৃশ জীবাশ্মকুলের উপস্থিতির দ্বারা টেথিসের এই দীর্ঘবিস্তৃতি সমর্থিত হইয়াছে। ভারতীয় স্থলভাগের আকৃতি তখন সম্পূর্ণ ভিন্ন ছিল। হিমালয় বা উত্তর ভারতের কোন চিহ্ন ছিল না। দক্ষিণ বা উপদ্বীপ ভারতখণ্ড তখন বৃহৎ গণ্ডোয়ানা মহাদেশের সহিত অখণ্ডভাবে সংযুক্ত। উহা প্রকৃতপক্ষে গণ্ডোয়ানা মহাদেশের উত্তরাংশে আবদ্ধ ছিল। ভারতবর্ষ বর্তমানে উত্তর অক্ষাংশে অবস্থিত বলিয়া মধ্যজীবীয় অধিযুগে ইহার দক্ষিণ গোলার্ধস্থ গণ্ডোয়ানা মহাদেশভুক্তির কল্পনা কিঞ্চিৎ বিস্ময়কর মনে হইতে পারে, কিন্তু উদ্ভিদ ও

মেরুদণ্ডী প্রাণীর জীবাশ্ম দ্বারা এবং পুরাচৌম্বক (palaeomagnetic) নিদর্শন দ্বারা ইহা সপ্রমাণিত হইয়াছে। স্থলজ উদ্ভিদ ও ভূচর মেরুদণ্ডী প্রাণীদের পক্ষে জলে সাঁতার দেওয়া সম্ভব নহে। কিন্তু সদৃশ উদ্ভিদ ও সরীসৃপ প্রাণীর জীবাশ্ম ভারতবর্ষ এবং অন্যান্য গণ্ডোয়ানা মহাদেশখণ্ড হইতে পাওয়া গিয়াছে বলিয়া ভারতবর্ষ গণ্ডোয়ানা মহাদেশভুক্ত ছিল এই কল্পনা করা হইয়াছে। উপদ্বীপ ভারতের দুই পার্শ্বস্থ সমুদ্রকূল ট্রায়াসিকেও গঠিত হয় নাই ; অর্থাৎ আরব সাগর এবং বঙ্গোপসাগর তখনও অজাত। পশ্চিম উপকূল সম্ভবত মাদাগাস্কার ভূখণ্ডের সহিত যুক্ত ছিল। ভারতীয় উপদ্বীপের অন্তর্বর্তী মহাদেশীয় মধ্য গণ্ডোয়ানা স্তরগুলি ট্রায়াসিক ইতিহাসের মূল্যবান উৎস। মধ্য গণ্ডোয়ানা স্তরের মধ্যে লালচে-বাদামী রঙের বেলেপাথর অবক্ষেপ, সংশ্লিষ্ট ভূচর মেরুদণ্ডীদের অস্থি-জীবাশ্মের সুলভতা এবং কয়লাস্তর ও উদ্ভিদ-জীবাশ্মের স্বল্পতা—এই সকল তথ্য বিচার করিয়া ভারত ভূখণ্ডে ট্রায়াসিক যুগের জলবায়ু সম্বন্ধে একটি অনুমান অনেকেই সমর্থন করিয়া বলিয়াছেন যে ইহা অপেক্ষাকৃত শুষ্ক বা অনার্দ্র ছিল। এই কারণেই সম্ভবত মধ্যজীবীয় অধিযুগের সূচনাতেই পার্মিয়ান কালের সমৃদ্ধ উদ্ভিদগোষ্ঠী অকস্মাৎ লুপ্ত হইয়া যায়। ট্রায়াসিক মধ্য গণ্ডোয়ানা স্তরগুলি সবই নদীজাত বা হ্রদজাত অবক্ষেপ। ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র এই সকল নদী ও হ্রদের দ্বারা উপমহাদেশপৃষ্ঠটি চিহ্নিত ছিল বলিয়া উহাদের গর্ভে তৎকালীন ইতিহাস কিছু কিছু সমাহিত রহিয়াছে। অন্যথা এই ইতিহাস অজ্ঞাত থাকিত, কারণ অনাবৃত ভূপৃষ্ঠে অজৈব অবক্ষেপ সাধারণত দুর্লভ এবং জৈব অবক্ষেপ বিনষ্ট হইয়া যায়। ট্রায়াসিক যুগে মেরুদণ্ডীদের মধ্যে সরীসৃপেরাই প্রধান ছিল, উভচর খুবই অল্প ; প্রাচীনতম স্তন্যপায়ীও সম্ভবত এই সময় আবির্ভূত হইয়াছিল।

পরবর্তী কল্প জুরাসিক। কয়েকটি বিশেষ উল্লেখযোগ্য ভূতত্ত্বীয় ঘটনার দ্বারা ভারতের জুরাসিক ইতিহাস চিহ্নিত। প্রথম বলা যায় ভারতের পশ্চিম-প্রান্তে কচ্ছ-কাথিয়াওয়াড় এবং পশ্চিম রাজস্থান অঞ্চলে, যাহা এপর্যন্ত স্থলভুক্ত ছিল, সমুদ্রশাখার প্রবেশ অর্থাৎ সমুদ্রোচ্ছ্বাস (marine transgression)। এই সকল স্থানে জুরাসিক জীবাশ্মযুক্ত সামুদ্রিক স্তর পাওয়া গিয়াছে। কেহ কেহ প্রস্তাব দিয়াছেন এই কচ্ছ-রাজস্থানের সামুদ্রিক বাহুটি হিমালয় অঞ্চলের টেথিস সমুদ্র হইতে দক্ষিণে প্রবেশ করে। শিলাপ্রকৃতি ও জৈব অবশেষের বৈশিষ্ট্য হইতে মনে হয় লবণ পর্বত এবং বেলুচিস্তানের জুরাসিক অঞ্চলও এই অনুপ্রবিষ্ট সমুদ্র-বাহুটির দ্বারা প্লাবিত হইয়াছিল। রাজস্থান, কচ্ছ, লবণ পর্বত ইত্যাদি স্থানে জুরাসিক অবক্ষেপের প্রকৃতি উপকূলবর্তী রূপের, অনেক স্থানে স্থলজ উদ্ভিদের দ্বারা চিহ্নিত। এই সামুদ্রিক বাহু মাদাগাস্কার পর্যন্ত বিস্তৃত ছিল বলিয়া বিশ্বাস এবং উহা গণ্ডোয়ানা মহাদেশের তৎকালীন

পশ্চিম উপকূলের একাংশের সীমারেখার নির্দেশক। পশ্চিম ভারতের এই সমুদ্রোচ্ছ্বাস জুরাসিক যুগের প্রায় গোড়াতে সুরু হইয়া পুরাক্রীটেশাস পর্যন্ত বিস্তৃত হইয়াছিল।

চিত্র 5—মধ্যজীবীয় কালের কয়েকটি বিশিষ্ট ভারতীয় জীবাশ্ম :
(A) ট্রায়াসিক : (1) সেরাটাইট (2) অটোশিরাস (3) রিংকোনেলা (4) ড্যাওনেলা
(B) জুরাসিক : (5) রাইনেকিয়া (6) পেরিসফিংকটিস (7) গ্রাইফিয়া
(C) ক্রীটেশাস : (8) টারিলাইটিস (9) অ্যাকান্থোশিরাস (10) হ্যামাইটিস (11) গ্লোবিজেরিণা (12) নোডোসরিয়া।

হিমালয়ের জুরাসিক অনুক্রম পরীক্ষা করিলে দেখা যায়, ইহা নিম্নাভিমুখে ট্রায়াসিক স্তরের সহিত এবং উর্ধ্বাভিমুখে ক্রীটেশাস স্তরের সহিত অবিচ্ছিন্ন এবং সংগতিপূর্ণ যোগসূত্রে গ্রথিত। যদিও রেটিক (Rhaetic) বা উর্ধ্বতম ট্রায়াসিক কালের জীবাশ্ম হিমালয়ে নাই, তথাপি মেগালোডন চুনাপাথরের জীবাশ্ম-বিরল নিম্নাংশ ঐ উপযুগের অবক্ষেপ বলিয়া অনুমান করা হইয়াছে। কিন্তু জুরাসিক যুগের কোন কোন পর্যায়ে, যেমন ক্যালোভিয়ান উপযুগে, হিমালয় অঞ্চলে সমুদ্র-সংকোচনের (marine regression) প্রমাণ আছে—স্তরীয় অসংগতি এবং জৈব বিরতি উভয় প্রকার নিদর্শনই বর্তমান। জুরাসিকের শেষার্ধে হিমালয় অঞ্চলে সমুদ্র ক্রমশ সংকুচিত হইয়া থাকিতে পারে। দক্ষিণ হিমালয়ের গাঢ়োয়ালে (ইহা উপদ্বীপীয় ভারত ভূখণ্ডের উত্তর-উপকূলবর্তী অঞ্চল) তাল শ্রেণী হইতে সামুদ্রিক জীবাশ্ম পাওয়া গিয়াছে। ইহা হইতে অনুমান করা হয় যে জুরাসিক যুগের প্রথমার্ধে সাময়িকভাবে টেথিসের জল গণ্ডোয়ানা মহাদেশের উত্তর সীমান্তে গাঢ়োয়াল অঞ্চলকে মগ্ন করিয়াছিল। পূর্ব-পশ্চিম অভিমুখে ট্রায়াসিক টেথিসের বিশাল বিস্তৃতি জুরাসিক যুগেও ক্ষুণ্ণ হয় নাই। বরং জুরাসিক জীবকুলের অধিকতর বিশ্বব্যাপী প্রকৃতি দেখিয়া মনে হয় টেথিসের পরিধি এই সময় দীর্ঘতর বিস্তৃতি লাভ করিয়া থাকিবে। ব্রহ্মদেশেও সামুদ্রিক জুরাসিক অবক্ষেপ পাওয়া যায়, ইহা সম্ভবত টেথিসের পূর্বপ্রান্তে অবস্থিত ছিল। ব্রহ্মের মূল ভূখণ্ড অবশ্য ক্যাথয়শিয়া নামক প্রাচ্য মহাদেশের অন্তর্ভুক্ত ছিল বলিয়া বিশ্বাস। ভারতীয় উপদ্বীপের অভ্যন্তরে পূর্বের ন্যায় স্বাদুজলে গণ্ডোয়ানা অবক্ষেপণ চলিয়াছিল। জুরাসিক গণ্ডোয়ানা স্তরক্রমে কয়লাস্তর ও উদ্ভিদের প্রাচুর্য হইতে ধারণা করা হয় যে এই যুগে আর্দ্র জলবায়ুর পুনরুদ্ভব হইয়াছিল ভারতের গণ্ডোয়ানা অঞ্চলে। উপদ্বীপের পূর্ব উপকূল খুব সম্ভবত জুরাসিকের শেষে বা ক্রীটেশাসের প্রথমদিকে গঠিত হয়।

তৃতীয় বা শেষ কল্প ক্রীটেশাস। ইহার সুরুতেই আগ্নেয়োচ্ছ্বাস—বিহারের সাঁওতাল পরগণায় রাজমহল অঞ্চলে এবং আসামের স্থানে স্থানে তরল বেসল্ট লাভার (সিলেট ট্র্যাপ) বিস্তীর্ণ উদ্গিরণ। আবার আগ্নেয়োচ্ছ্বাসেই এই যুগের সমাপ্তি ঘটে। ডেকান ট্র্যাপের বিরাট অগ্ন্যুৎপাত ক্রীটেশাসের শেষপর্যায়ের একটি বিখ্যাত ভূতত্ত্বীয় ঘটনা। ভারতীয় উপদ্বীপের লক্ষ লক্ষ বর্গ-মাইল এলাকা ডেকান বেসল্টের প্রবাহে প্লাবিত হইয়াছিল। আগ্নেয় উদ্গিরণ ব্যতীত উদ্‌বেধী আগ্নেয়ক্রিয়া হিমালয় অঞ্চলে, বেলুচিস্তানে ও আরাকানে গ্র্যানিট ও ক্ষারীয় শিলার বৃহৎ বৃহৎ দেহ সৃষ্টি করিয়াছে। ভারতের বিভিন্ন সীমান্তে অবস্থিত বিচ্ছিন্ন ক্রীটেশাস স্তরগুলি বিভিন্ন রূপের (facies) ও বয়সের। উহাদের মধ্যে সাদৃশ্যের খুব অভাব। ক্রীটেশাস যুগের একাধিক পর্যায়ে সমুদ্রোচ্ছ্বাস বিভিন্ন দিক হইতে ভারতীয় ভূখণ্ডের

উপকূলপ্রান্তকে জলমগ্ন করিয়াছিল। পূর্ব উপকূল এবং বঙ্গোপসাগরের উৎপত্তি ক্রীটেশাসের গোড়াতেই হইয়াছিল। পুরাক্রীটেশাস যুগের সামুদ্রিক অবক্ষেপ উপকূলবর্তী গণ্ডোয়ানা অবক্ষেপের সহিত মিশ্রস্তর রচনা করিয়াছে। সবচেয়ে বড় রকমের সমুদ্রোচ্ছ্বাস দেখা দেয় নবক্রীটেশাসের প্রারম্ভে সিনোম্যানিয়ান কালে। ইহার নিদর্শন রহিয়াছে দক্ষিণ ভারতের করোমণ্ডল উপকূলে ত্রিচিনোপল্লী এলাকার বিখ্যাত নবক্রীটেশাস স্তরক্রমের মধ্যে। ইহাই ভারতের আদর্শ ক্রীটেশাস ভূমি। নবক্রীটেশাস সমুদ্রোচ্ছ্বাসের চিহ্ন আসাম মালভূমিতে এবং নর্মদা উপত্যকায় (বাগ স্তর) উভয় দিকেই দেখিতে পাওয়া যায়। পশ্চিমবঙ্গের ভূগর্ভস্থ স্তরক্রম-সমীক্ষা হইতে জানা গিয়াছে যে বঙ্গোপসাগরের উচ্ছ্বাস পশ্চিমবঙ্গ ও সংলগ্ন অঞ্চলকে ক্রীটেশাস যুগে প্লাবিত করিয়াছিল। উত্তরপ্রান্তে টেথিস বলয়ে মধ্যজীবীয় যুগের সুরু হইতে বা তৎপূর্ব কাল হইতে যে একটানা অবক্ষেপণ চলিয়াছিল, তাহাই ক্রীটেশাসেও অব্যাহত ছিল। তবে নবক্রীটেশাস কালে টেথিস বলয়ে সমুদ্র-সংকোচনের প্রভাব লক্ষ্য করা যায়। ইহা দক্ষিণ ভারতের ও অন্যান্য অঞ্চলের সমুদ্রোচ্ছ্বাসের সহিত তুলনীয়। বস্তুত টেথিস মহীখাতের ভূতত্ত্বীয় জীবন মধ্যজীবীয় অধিযুগের শেষভাগে পরিণতি লাভ করে। ক্রীটেশাস যুগের সমাপ্তিতে এই মহীখাত পিষ্ট ও বলিত (folded) হইয়া হিমালয় পর্বত রচনার প্রচেষ্টা সুরু করে। টেথিস মহীখাতের এই অবলুপ্তি এবং হিমালয় অভ্যুত্থান সুরু হওয়ার মূলে একটি বিরাট ভূতত্ত্বীয় ঘটনা রহিয়াছে। উপদ্বীপীয় ভারত ভূখণ্ড ইতিমধ্যে দক্ষিণ গোলার্ধের গণ্ডোয়ানা মহাদেশ হইতে বিচ্ছিন্ন হইয়া সম্মুখে টেথিসের সামুদ্রিক অববাহিকাকে লইয়া উত্তরাভিমুখে অগ্রসর হইতে (বা সঞ্চরণ করিতে) আরম্ভ করিয়াছিল (বৎসরে মাত্র কয়েক সেন্টিমিটার হারে)। ক্রীটেশাসের অন্তে ভারত-ভূখণ্ডের এই উত্তরাভিযান পরিণতি লাভ করে তিব্বতের মহাদেশীয় অঞ্চলের সহিত সংঘর্ষের দ্বারা। এই প্রচণ্ড সংঘর্ষের ফলে অধোঘট্টের (underthrusting) ও সাবডাকশনের (subduction) প্রভাবে ভারতীয় খণ্ডের উত্তরপ্রান্ত এবং তৎসংলগ্ন সমুদ্রবক্ষ তিব্বতীয় বা এশীয় খণ্ডের অধঃস্তরে ক্রমাগত বিলীন হইতে থাকে। ভারতীয় ভূখণ্ড ও তিব্বতীয় (বা এশীয়) ভূখণ্ডের মধ্যে যে সংঘর্ষরেখা বা ভূগাঠনিক বিভেদরেখা (এই রেখাই ভারতীয় ভূখণ্ডের অধোঘট্ট রেখা) তাহাকে বলা হইয়াছে সিন্ধু-সিউচার (Indus Suture); ইহা হিমালয়ের উত্তরে সিন্ধু ও সাংপো নদীর উপত্যকা বরাবর বিস্তৃত। এই 'সিউচার' অঞ্চলে ওফিওলাইট শিলাদল (ophiolite suite) পাওয়া গিয়াছে। ক্রীটেশাসান্ত এই ভূসংক্ষোভের দরুণই টেথিস মহীখাতের অবলুপ্তি ঘটে এবং উহার অভ্যন্তরস্থ অবক্ষেপগুলি প্রথমে বলিত ও পরে উত্থিত হইয়া হিমালয় অভ্যুত্থানের সূচনা করে।

ভারতীয় ভূখণ্ডের অভ্যন্তরে গণ্ডোয়ানা অবক্ষেপণের সমাপ্তি হয় পুরা-ক্রীটেশাস উপযুগে। এই যুগের পরবর্তী অংশে অবশ্য বিভিন্ন হ্রদ ও ছোট ছোট অন্তর্দেশীয় অববাহিকায় অবক্ষেপণ চলিয়াছিল (যেমন জব্বলপুরের ল্যামেটা স্তর)। উপদ্বীপ ভারতের পশ্চিম উপকূল তখনও (?) সম্ভবত মাদাগাস্কারের সহিত যুক্ত ছিল এবং বর্তমান আরব সাগরের স্থানে বিরাট স্থলভাগ বিরাজ করিতেছিল। জীবজগতে ক্রীটেশাস যুগের উল্লেখযোগ্য ঘটনা গুপ্তবীজী (angiosperm) উদ্ভিদের আবির্ভাব এবং নবক্রীটেশাস যুগে **গ্লোবোট্রাংকেনা, অরবিটয়ডিস, ওমফালোসাইক্লাস** ইত্যাদি মূল্যবান ফোরামিনিফারের উদ্ভব ও বিবর্তন। ভারতীয় নবক্রীটেশাস স্তরের পারম্পর্য নির্ণয়ে শেষোক্ত জীবগণের অবদান গুরুত্বপূর্ণ।

গ্রন্থপঞ্জী

২য় অধ্যায়ের শেষে উল্লিখিত ১নং, ২নং, ৩নং (২য় খণ্ড) গ্রন্থগুলি এবং নিম্নলিখিত গ্রন্থটি দ্রষ্টব্য ঃ

রামা রাও, এল (১৯৬৯)—ক্রীটেশিও-ইওসিন ইত্যাদি, মেময়ার, জিওলজিকাল সোসাইটি অব ইণ্ডিয়া, ২নং গ্রন্থ, ব্যাঙ্গালোর।

অষ্টম অধ্যায়

ডেকান ট্র্যাপ (the Deccan Traps)

8·1 সাধারণ পরিচয় (general character)

মধ্যজীবীয় অধিযুগের অন্তে এবং নবজীবীয়ের প্রারম্ভে ভারতীয় উপদ্বীপের বিস্তীর্ণ অঞ্চল নিঃসারী (effusive) অগ্ন্যুৎপাতের ফলে পাতলা ক্ষারীয় লাভার দ্বারা প্লাবিত হইয়াছিল। এই আগ্নেয় শিলাস্তরের স্তরীয় অবস্থান দুই অধিযুগের মধ্যবর্তী, ইহার নাম ডেকান ট্র্যাপ। কারণ, দাক্ষিণাত্যের মালভূমি প্রধানত এই ট্র্যাপ শিলায় গঠিত। ইহার সমসাময়িক কালে এবং ভূতত্ত্বীয় কালের অন্যান্য পর্যায়েও পৃথিবীর নানা অঞ্চলে এই ধরণের সুদূরপ্রসারী ক্ষারীয় অগ্ন্যুৎপাত ঘটিয়াছিল। ভূপৃষ্ঠের সরু সরু কিন্তু দীর্ঘবিস্তৃত ফাটল বা বিদার (fissure) হইতে এই নিঃশব্দ-সঞ্চারী লাভা উদ্গীর্ণ হইয়া বন্যার মতো চতুষ্পার্শস্থ ভূখণ্ডকে প্লাবিত করে ; এই শ্রেণীর অগ্ন্যুৎপাতকে বলা হয় বিদার-উদ্গিরণ (fissure eruption)। প্রথম পর্যায়ের লাভা ভূপৃষ্ঠের গর্ত ও নিম্নভূমিগুলি ভরাট করিয়া ফেলে এবং তাহার পরে একটির পর একটি লাভাস্তর প্রায় অনুভূমিক বিস্তৃতি লইয়া যথাক্রমে সজ্জিত হইয়া এক সুগভীর লাভাস্তর রচনা করে। ডেকান ট্র্যাপের মধ্যে দেখা যায় দুইটি লাভাস্তরের মধ্যবর্তী ব্যবধানে অনেক সময় একটি ভস্মস্তর বা অগভীর পাললিক স্তর (সাধারণত ইহা স্বাদুজলজ) রহিয়াছে ; ইহাকে বলা হয় আন্তঃট্র্যাপীয় স্তর (inter-trappean strata)। সমগ্র লাভা গোষ্ঠীর অন্তঃস্তরে (sub-stratum) যে পাললিক স্তর দেখা যায় তাহাকে বলা হয় অন্তঃট্র্যাপীয় স্তর (infra-trappean strata)। লাভা স্তরক্রমের শীর্ষপ্রান্তে যদি কোন নবীনতর অবক্ষেপ বর্তমান থাকে, তাহাকে বলা হয় বহিঃট্র্যাপীয় স্তর (supra-trappean strata)। ডেকান ট্র্যাপের মধ্যে অসংখ্য একক লাভাস্তর দেখা যায়, উহাদের সংখ্যা ৪৮ অপেক্ষা বেশী। পশ্চিম উপকূলে বোম্বাই-এর নিকট ডেকান ট্র্যাপের গভীরতা ৬,৫০০ ফুটের মতো। ইহার সর্বোচ্চ গভীরতা আনুমানিক ১০,০০০ ফুটের কম নহে। ডেকান ট্র্যাপের চেয়ে কিছু প্রাচীন এবং অপেক্ষাকৃত ক্ষুদ্র-আয়তনবিশিষ্ট হইলেও অনেকটা সদৃশ প্রকৃতির আর একটি ট্র্যাপদেহ হইল বিহারের রাজমহল ট্র্যাপ। ডেকান ট্র্যাপ ক্ষেত্রফলের বিচারে ভারতীয় উপদ্বীপের দ্বিতীয় বৃহত্তম শিলাস্তর। ইহার ক্ষেত্রফল প্রায় দুই লক্ষ বর্গ-মাইল। গুজরাট, মহারাষ্ট্র,

মধ্যপ্রদেশ, অন্ধ্র এবং দাক্ষিণাত্যের আরও কোথাও কোথাও এই ট্র্যাপদেহ বিস্তৃত। ইহার প্রাথমিক বিস্তৃতি বহুগুণ অধিক ছিল বলিয়া বিশ্বাস করা হয়। এমনকি এক-একটি একক লাভাস্তরও দীর্ঘবিস্তৃত, সময় সময় ৬০ মাইলেরও অধিক লম্বা। ডেকান ট্র্যাপের দক্ষিণ সীমা বেলগাঁও, পূর্ব সীমা রাজামহেন্দ্রি ও জাসপুর, উত্তর সীমা রাজরাংগড় এবং পশ্চিম সীমা প্রায় উমিয়া পর্যন্ত বিস্তৃত। ট্র্যাপ-দেহগুলি সাধারণ মালভূমি, একক পর্বত, পর্বতশ্রেণী ও উচ্চভূমির আকারে প্রকটিত। ট্র্যাপ-পর্বতগুলির শীর্ষদেশ শঙ্কু-আকৃতি না হইয়া সাধারণত সমতল প্রকৃতির হয়। পরের পর লাভাস্তর কোন একটি পর্বতে বিন্যস্ত থাকিলে অনেক সময় ঐ পর্বতের দেহরেখা (contour) সিঁড়ির সোপানের মতো দেখিতে হয়। এই গাঠনিক বৈশিষ্ট্য হইতে 'ট্র্যাপ' (trap) নামটির উৎপত্তি হইয়াছে। ট্র্যাপ-পর্বতগুলির এই সোপান (terrace)-সদৃশ শীর্ষের জন্য বহুদূর হইতে উহারা পরিচিত হয়।

8·2 উপাদান ও গঠন (composition and structure)

সমতল-শীর্ষ, সোপান-সদৃশ পার্বত্য ভূপ্রকৃতি ট্র্যাপ দেশের সবচেয়ে সাধারণ গাঠনিক বৈশিষ্ট্য। অসংখ্য একক লাভাস্তরের সমষ্টি ডেকান ট্র্যাপ। এক-একটি একক স্তর কয়েক ফুট হইতে ১০০ ফুটেরও বেশী গভীর হইতে পারে। একক লাভাস্তরের শীর্ষপ্রান্ত অনেক সময়ে ফোঁপরা (vesicular) হয়; তাহার কারণ ক্ষুদ্র-বৃহৎ নানা আকারের ফাঁপরের (vesicles) ঘনসমাবেশে শীর্ষতলটি চিহ্নিত হইয়া থাকে। তরল আগ্নেয় লাভা শীতলতা লাভ করিবার কালে নিঃসারী গ্যাসগুলি উক্ত ফাঁপর উৎপন্ন করিয়া যায়। পরে উহারা গৌণ মণিকের দ্বারা পূর্ণ হইতে পারে অথবা নাও পারে। প্রথমোক্ত রূপটিকে বলা হয় অ্যামিগ্‌ড্যালয়ডাল (amygdaloidal) লাভা এবং দ্বিতীয়টিকে ফোঁপরা (vesicular) লাভা। শীর্ষপ্রান্তে মোটামুটি গোলাকাকৃতি বা ডিম্বক (ellipsoidal) ধরণের হইলেও ভূমিপ্রান্তে এই ফাঁপরগুলি চোঙাকৃতি (cylindrical) বা স্তম্ভাকার (prismatic) হয়। ট্র্যাপদেহের আর একটি গাঠনিক-বৈশিষ্ট্য দারণ (joints)। ইহারা উল্লম্ব অথবা তির্যক হইতে পারে। স্তম্ভাকার দারণ (columnar joints) একটি বিশেষ ধরণের বৈশিষ্ট্য। ট্র্যাপের মধ্যে অনুজাত গৌণ মণিকের (secondary minerals), বিশেষত সিলিকার বিভিন্ন মণিকরূপের প্রাচুর্য সময় সময় বিশেষরূপে দৃষ্টি আকর্ষণ করে। লাভাদেহের ভৌতরাসায়নিক পরিবর্তনের ফলে অনেকসময় ল্যাটেরাইট শিলাস্তরের উৎপত্তি হইয়াছে। ডেকান ট্র্যাপের একক লাভাস্তরগুলিকে পরীক্ষা করিলে দেখা যায় উহারা অনুভূমিক বা উপানুভূমিক (sub-horizontal)। নতি থাকিলেও

সাধারণত কয়েক ডিগ্রীর মধ্যে সীমাবদ্ধ। বোম্বাই-এর নিকট অবশ্য লাভাস্তরগুলির নতি প্রায় ১০° পশ্চিমে। মধ্যপ্রদেশের স্থানে স্থানে লাভাস্তরগুলিকে লঘুভাবে বলিত অবস্থায় দেখা যায় (gently folded)। কয়েক জায়গায় উহারা ভ্রষ্ট (faulted) হইয়াছে। প্রচুর ডাইক এবং কিছু কিছু সিলের সমাবেশ ডেকান ট্র্যাপের অনেক অঞ্চলে বর্ণিত হইয়াছে। উপাদানগত ভাবে ইহারা মূল ট্র্যাপ-দেহের সদৃশ।

ডেকান ট্র্যাপের প্রধান শৈল উপাদান হইল মালভূমি বেসল্ট (plateau basalt)। এইচ, এস, ওয়াশিংটন পৃথিবীর বহু বিখ্যাত মালভূমির বেসল্ট নমুনার রাসায়নিক ঐক্য লক্ষ্য করিয়া উহাদের এই সাধারণ নামটির দ্বারা অভিহিত করেন। ডেকান ট্র্যাপের উপাদানগত ঐক্য, শৈল এবং রাসায়নিক, অতি সুবিখ্যাত। আদর্শ দাক্ষিণাত্য বেসল্ট ল্যাব্র্যাডোরাইট এবং ক্লাইনোপাইরক্সিন এই দুইটি মণিকের সমন্বয়ে গঠিত। ইহার সহিত লৌহ-মণিক, কাচ (glass) ও অন্যান্য উপাদানও বর্তমান থাকিতে পারে। সাধারণ গ্রথন মিহি দানাযুক্ত অথবা কাচিক (glassy), ওফিটিক (ophitic) গ্রথনও বহুসময় দেখা যায়। বেসল্ট সাধারণ উপাদান হইলেও ডলেরাইট দুর্লভ নহে। গীরণর পর্বত (কাথিয়াওয়াড়), গীর অরণ্য ইত্যাদি স্থানে মূল আগ্নেয় বেসল্ট ম্যাগমার ব্যামিশ্রণের (differentiation) ফলে অতিক্ষারীয়, আম্লিক ইত্যাদি নানাপ্রকার আগ্নেয় শিলার উৎপত্তি হইয়াছে। এই ধরণের উদাহরণ অবশ্য অতি অল্প এবং ডেকান ট্র্যাপ উহার নিরবচ্ছিন্ন উপাদানগত একতা বা নিত্যতার জন্য বিখ্যাত। ইহার গড় রাসায়নিক উপাদান থোলেআইট (tholeiite) বেসল্টের অনুরূপ—SiO_2 ৫১.৭১%, TiO_2 ১.৯১%, Al_2O_3 ১৩.৮৭%, Fe_2O_3 ৩.২৭%, FeO ১০.১৪%, MnO ০.১৬%, MgO ৫.৫৮%, CaO ৯.৬৪%, Na_2O ২.৬৫%, K_2O ০.৭২%, P_2O_5 ০.৩৫%। বোম্বাই-এর নিকট ওরলি পর্বতে ট্র্যাপদেহের মধ্যে বিটুমেন জাতীয় অঙ্গারাত্মক পদার্থ পাওয়া গিয়াছে।

8·3 স্তরীয় প্রকৃতি ও জীবাশ্ম (stratigraphy and fossil content of the traps)

ডেকান ট্র্যাপের স্তরক্রম উপদ্বীপের বিভিন্ন স্থানে পরীক্ষা করার পর জানা গিয়াছে যে ইহার অন্তঃস্তরে অবস্থিত নবীনতম শিলাস্তর হইল জব্বলপুরের নিকটবর্তী ল্যামেটা সংঘ। ইহা একটি অনধিক ১০০ ফুট গভীর চুনাপাথর, বেলেপাথর, ক্লে ইত্যাদি উপাদানে গঠিত অগভীর সমুদ্রের অবক্ষেপ। বেশ কিছু জীবাশ্ম ইহার মধ্যে পাওয়া গিয়াছে। মেরুদণ্ডী-জীবাশ্মের তথ্য হইতে ইহাকে নবক্রীটেশাস উপযুগের বলিয়া মনে হয়।

ইহার উপরে বিন্যস্ত মূল ট্র্যাপীয় অনুক্রমটিকে (sequence) তিনটি স্তরে বিভক্ত করা হয়—নিম্ন, মধ্য ও ঊর্ধ্ব। নিম্ন ট্র্যাপ স্তর মধ্যপ্রদেশ ও তাহার পূর্বদিকে উদ্ভিন্ন রহিয়াছে। ইহার মধ্যে আবার আন্তঃট্র্যাপীয় পাললিক অবক্ষেপ এবং ভস্মাস্তর দেখা যায়। নিম্ন ট্র্যাপের সাধারণ গভীরতা অনধিক ৫00 ফুট। মধ্য ট্র্যাপ স্তরটি অপেক্ষাকৃত গভীরতর, সাধারণত ইহার গভীরতা অনধিক ৪000 ফুট। মধ্যভারত ও মালোয়া অঞ্চলে অর্থাৎ ট্র্যাপদেশের উত্তরাংশে মধ্য ট্র্যাপ বিভাগটি দেখিতে পাওয়া যায়। এই বিভাগে আন্তঃট্র্যাপীয় পাললিক অবক্ষেপ অতি অল্প কিন্তু ভস্মাস্তর প্রচুর আছে। ঊর্ধ্ব ট্র্যাপ স্তরটি পশ্চিমাংশে উদ্ভিন্ন, বোম্বাই এবং কাথিয়াওয়াড় অঞ্চলে। ইহার সঠিক গভীরতা লইয়া মতভেদ আছে, উহা কয়েক সহস্র ফুট হওয়াই প্রত্যাশিত। এই ঊর্ধ্বাংশের ভিতর অসংখ্য আন্তঃ-ট্র্যাপীয় অবক্ষেপ ও ভস্মাস্তর আছে। পশ্চিম ভারতের সুরাট এবং ব্রোচ অঞ্চলে বহিঃট্র্যাপীয় (supra-trappean) স্তরে পাওয়া যায় নিম্ন ইয়োসিন যুগের নুম্‌মুলাইট-বাহী স্তর। উহাদের মধ্যবর্তী ব্যবধানে একটি অসংগতি আছে। এখন ডেকান ট্র্যাপের স্তরক্রমটি নিম্নরূপে লেখা যায়ঃ—

বহিঃট্র্যাপীয় নুম্‌মুলাইট-বাহী চুনাপাথর···নিম্ন নবজীবীয়

—অসংগতি—

ডেকান ট্র্যাপ ও আন্তঃট্র্যাপ	ঊর্ধ্বস্তর	ঊর্ধ্ব নবক্রীটেশাস হইতে নিম্ন নবজীবীয়
	মধ্যস্তর	
	নিম্নস্তর	

—অসংগতি—

ল্যামেটা স্তর······নবক্রীটেশাস

জীবাশ্ম ঃ—(১) অন্তঃট্র্যাপীয় স্তর হইতে (ল্যামেটা, দুদুকুরু এবং রাজামহেন্দ্রি) নিম্নোক্ত জীবাশ্মগুলি পাওয়া গিয়াছে ঃ

সেফালোপোড—নটিলাস (Nautilus) গোষ্ঠীর একটি জীবাশ্ম।

ঝিনুক ও শামুক—**কার্ডিটা (ভেনেরিকার্ডিয়া) বিউমন্টি** [Cardita (Venericardia) beaumonti], **টারিটেলা ডিসপ্যাসা** (*Turritella dispassa*), **মেলানিয়া** (*Melania*), **ফাইসা (বুলিনাস)** [*Physa* (*Bullinus*)], **প্যালুডিনা** (*Paludina*), **কর্বিকুলা** (*Corbicula*) ইত্যাদি।

ফোরামিনিফেরা—**ট্রাইলকুলিনা** (*Triloculina*), **নোডোসরিয়া** (*Nodosaria*), **টেক্সচুলারিয়া** (*Textularia*), **নোনিয়ন**

(*Nonion*), **স্ফেরয়ডিনেলা** (*Spheroidinclla*), **গ্লোবোট্রাংকেনা** (*Globotruncana*)।

অ্যাল্‌গি—**হলোস্পোরেলা** (*Holosporclla*), **ডাইসোক্ল্যাডেলা** (*Dissocladella*), **নিওমেরিস** (*Neomcris*), **অ্যাসিকুলেরিয়া** (*Acicularia*), **টরকুইমেলা** (*Torquemclla*) ইত্যাদি।

মৎস্য—**লেপিডোষ্টিউস** (*Lepidosteus*), **পিক্‌নোডাস** (*Pycnodus*), **ইওসিরেণাস** (*Eoserranus*)।

ডাইনোসর (সরীসৃপ)—**টাইটানোসরাস ইণ্ডিকাস** (*Titanosaurus indicus*), **অ্যাণ্টার্কটোসরাস** (*Antarctosaurus*), **ইন্দোসরাস** (*Indosauras*), **ল্যামেটোসরাস** (*Lametosaurus*), **লাপ্‌লাটাসরাস** (*Laplatasaurus*), **জব্বলপুরিয়া** (*Jubbulporia*)।

(২) আন্তঃট্র্যাপীয় পাললিক স্তর হইতে প্রাপ্ত জীবাশ্ম (এইসকল আন্তঃট্র্যাপীয় স্তরগুলি সাধারণত দুই-এক ফুট হইতে দশ ফুট পর্যন্ত গভীর এবং ইহারা সাধারণত চার্ট, অশুদ্ধ চুনাপাথর ও অন্যান্য উপাদানে গঠিত নদীজাত এবং হ্রদজাত অবক্ষেপ) ঃ

ক্রাসটেশিয়া—**সাইপ্রিস সাবমার্জিনাটা** (*Cypris submarginata*) ও অন্যান্য জাতি।

ভেক (ব্যাং)—**রাণা (ইন্দোব্যাট্রেকাস) পুসিলা** [*Rana* (*Indobatrachus*) *pusilla*]।

কচ্ছপ—**হাইড্রাসপিস (প্ল্যাটেমিস) লাইথি** [*Hydraspis* (*Platemys*) *leithi*]।

শামুক-ঝিনুক—**সেরিথিয়াম** (*Cerithium*), **পোটামাইডিস** (*Potamides*), **পিরেণেলা** (*Pirenella*), **সাইথেরিয়া মেরিটিক্স** (*Cytheria meretrix*), **ফাইসা (বুলিনাস) প্রিন্সিপাই** [*Physa* (*Bullinus*) *prinsepii*], **প্যালুডিনা নর্মালিস** (*Paludina normalis*), **লিমনিয়া সাবুলেটা** (*Lymnaea subulata*)।

মৎস্য—**ন্যাণ্ডাস** (*Nandus*), **প্রিষ্টোলেপিস** (*Pristolepis*), **স্ক্লেরোপেগিস** (*Scleropages*), **ক্লুপিয়া** (*Clupea*), **মুসপেরিয়া** (*Musperia*), ইত্যাদি।

উদ্ভিদ—**পামক্সাইলন** (*Palmoxylon*), **অ্যাজোলা** (*Azolla*), **নিপাডাইটিস** (*Nipadites*), ইত্যাদি।

অ্যাল্‌গি (উদ্ভিদ)—**নিওমেরিস** (*Neomeris*), **অ্যাসিকুলেরিয়া** (*Acicularia*), **ক্যারোফাইটা** (*Charophyta*), ইত্যাদি।

৪'৪ ভূতত্ত্বীয় বয়স (geological age)

(ক) সূচনা—মধ্যজীবীয় এবং নবজীবীয় এই দুই অধিযুগের সন্ধিক্ষণে ডেকান ট্র্যাপের উদ্‌গিরণ হইয়াছিল বলিয়া অনুমান করা হয়। তাই ইহাকে মধ্যজীবীয় বা নবজীবীয় যে-কোন একটির অন্তর্ভুক্ত করা চলে না। ডেকান ট্র্যাপের প্রকৃত ভূতত্ত্বীয় বয়স কি, বিভিন্ন তথ্যের সংঘাতে তাহা ঠিকভাবে নির্ণীত হয় নাই। বর্তমানে অনেকে অনুমান করেন যে এই অগ্ন্যুৎপাত খুব সংকীর্ণ কাল-ব্যবধানের মধ্যে সীমিত ছিল না এবং সম্ভবত ইহার কালপরিসর (range in time) মধ্যজীবীয়ের অন্তকাল হইতে নবজীবীয়ের সূচনা পর্যন্ত বিস্তৃত ছিল। প্রধানত ডেকান ট্র্যাপ-দেহটিকে এই দুই অধিযুগের অন্তর্বর্তী কালব্যবধানের রূপায়ণ বলা যাইতে পারে। বিহারের অন্তর্গত রাজমহল ট্র্যাপ শৈল উপাদান, রাসায়নিক উপাদান এবং গাঠনিক বৈশিষ্ট্য ইত্যাদিতে ডেকান ট্র্যাপের খুবই সদৃশ ; কিন্তু আকারে আয়তনে উহা অনেক ক্ষুদ্রতর এবং স্তরীয় অবস্থানের দিক দিয়া সম্ভবত কিছু প্রাচীনতর (পুরাক্রীটেশাস)। পরবর্তী অংশে ডেকান ট্র্যাপের ভূতত্ত্বীয় বয়স সংক্রান্ত বিভিন্ন তথ্য আলোচনা করা হইল।

(খ) **অন্তঃট্র্যাপীয় তথ্য**—জব্বলপুরের নিকটে, ডেকান ট্র্যাপের অন্তঃস্তরে ল্যামেটা সংঘের উদ্‌ভেদ রহিয়াছে। এই ল্যামেটা স্তর হইতে প্রাপ্ত ডাইনোসর জীবাশ্মগুলি নবক্রীটেশাস বয়সের নির্দেশক (সম্ভবত তুরোনিয়ান)। ডাইনোসর দেহাবশেষগুলি প্রধানত জব্বলপুর ও পিসদুরা হইতে পাওয়া গিয়াছে।

পশ্চিম গোদাবরী জেলায় দুদুকুরু নামক স্থানে ডেকান ট্র্যাপের অন্তঃস্তরে জীবাশ্ম-বাহী স্তর আছে। ইহার মধ্য হইতে পাওয়া গিয়াছে **টারিটেলা ডিসপ্যাসা**। এই জীবাশ্মটি দক্ষিণ ভারতের আরিয়ালুর সোপানেও (মেস্ট্রিকশিয়ান বা নবক্রীটেশাস) পাওয়া যায়। আবার ইহার মধ্যে **অ্যাসিকুলেরিয়া** নামক একটি অ্যাল্‌গি পাওয়া গিয়াছে, উহা সাধারণত প্যালিওসিন (নবজীবীয়) কালের পূর্বে পাওয়া যায় না। এই প্রসঙ্গে বলা প্রয়োজন যে দুদুকুরু ও জব্বলপুর-ল্যামেটাঘাট অঞ্চলে অন্তঃট্র্যাপীয় স্তর এবং তদূর্ধ্ব ট্র্যাপ স্তরের ভিতর কালবিরতি-সূচক অসংগতি বর্তমান। দুদুকুরুর অন্তঃট্র্যাপীয় স্তর হইতে প্রাপ্ত আর একটি জীবাশ্ম **কার্ডিটা বিউমন্টি** ; উহা ড্যানিয়ান (ভোম নবজীবীয়) বয়স নির্দেশ করে।

নর্মদা উপত্যকায় অন্তঃট্র্যাপীয় অবস্থানে পাওয়া যায় বাগ স্তর। ইহা ল্যামেটা স্তরের প্রায় সমসাময়িক। ইহার জৈব উপাদান হইতে ভূতত্ত্বীয় বয়স সিনোনিয়ান (ঊর্ধ্ব নবক্রীটেশাস) বলিয়া স্থির হইয়াছে। এক্ষেত্রেও বাগ স্তর ও ঊর্ধ্বস্থ ট্র্যাপ স্তরের মধ্যে অসংগতি লক্ষ্য করা যায়।

সিন্ধু প্রদেশের একাধিক স্থানে, ভূপৃষ্ঠে এবং ভূগর্ভে, নিম্নতম পর্যায়ের লাভাস্তরকে কাঁডটা বিউমণ্ট স্তরের (ড্যানিয়ান্ বা ভৌম প্যালিওসিন) সহিত আন্তঃস্তরায়িত থাকিতে দেখা গিয়াছে।

উপরোক্ত অন্তঃট্র্যাপীয় তথ্যগুলি পরীক্ষা করিলে, যদিও সকল স্থানেই ট্র্যাপের নিম্নতম পর্যায়টি একই বয়সের নাও হইতে পারে তথাপি, ডেকান ট্র্যাপের নিম্ন বয়ঃসীমা সম্পর্কে একটি মোটামুটি ধারণা করা সম্ভব। বলা যাইতে পারে যে উর্ধ্ব নবক্রীটেশাস বা তুরোনিয়ান-মেস্ট্রিকশিয়ানের পূর্বে দাক্ষিণাত্যে অগ্ন্যুৎপাত সুরু হয় নাই।

(গ) **বহিঃট্র্যাপীয় তথ্য**—গুজরাটের অন্তর্গত সুরাট ও ব্রোচ এলাকাতে ডেকান ট্র্যাপের শীর্ষে (অর্থাৎ বহিঃট্র্যাপীয় স্তরে) পাওয়া যায় নিম্ন নবজীবীয় কালের কংগ্লোমারেট ও চুনাপাথর স্তর। এই কংগ্লোমারেটটি স্পষ্টতঃই ট্র্যাপ স্তরের চেয়ে নবীনতর কারণ, ইহার মধ্যে ট্র্যাপদেহের ক্ষয়লব্ধ টুকরা অন্তর্ভুক্ত রহিয়াছে। আবার ট্র্যাপের শীর্ষপ্রান্তের সহিত সংলগ্ন স্তরে নিম্ন ইয়োসিন কালের নুম্মুলাইট প্রাণিকুল পাওয়া গিয়াছে। অতএব বলা যায় গুজরাটের এই অঞ্চলে নিম্ন ইয়োসিনের উত্তরকালে ডেকান ট্র্যাপের উদ্‌গিরণ হয় নাই।

এই সিদ্ধান্তের সমর্থনে উল্লেখ করা চলে যে ক্যাম্বেতে গভীর কূপের তথ্য হইতে দেখা গিয়াছে ইয়োসিন কালের নুম্মুলাইট-বাহী স্তর অসংগত ভাবে ডেকান ট্র্যাপের শীর্ষে অবস্থান করিতেছে। কচ্ছ অঞ্চলেও বহিঃট্র্যাপীয় ইয়োসিন স্তরের সংবাদ রহিয়াছে।

(ঘ) **আন্তঃট্র্যাপীয় তথ্য**—পার্লালিক আন্তঃট্র্যাপীয় অবক্ষেপ ডেকান ট্র্যাপের মধ্যে বহু রহিয়াছে এবং ইহাদের মধ্যে সামুদ্রিক জীবাশ্ম না থাকিলেও মহাদেশীয় প্রতিবেশের উদ্ভিদ ও প্রাণী কিছু কিছু বর্তমান। পূর্ববর্তী কোন অংশে ইহাদের নাম উল্লেখ করা হইয়াছে। ডেকান ট্র্যাপ-দেহের ভূতত্ত্বীয় বয়স নির্ণয়ে এই জীবাশ্মগুলির যথেষ্ট তাৎপর্য রহিয়াছে।

মধ্যপ্রদেশের ছিন্দোয়ারা অঞ্চল ও অন্যস্থানে আন্তঃট্র্যাপীয় স্তর হইতে যে উদ্ভিদকুল পাওয়া গিয়াছে তাহার নিম্নলিখিত বৈশিষ্ট্যগুলি লক্ষণীয়। প্রথমতঃ, গুপ্তবীজী উদ্ভিদ (angiosperm) **পামক্সাইলন** (*Palmoxylon*)-এর প্রাচুর্য। প্রত্ন-উদ্ভিদবিদগণের মতে উক্ত উদ্ভিদ জীবাশ্মের অনুরূপ আধিক্য কেবল নবজীবীয় শিলাস্তরেই দেখা যায়, ক্রীটেশাস যুগে এরূপ দেখা যায় না। দ্বিতীয়ত, **অ্যাজোলা** (*Azolla*) নামক ফার্ণ গোষ্ঠীভুক্ত উদ্ভিদের উপস্থিতি খুবই তাৎপর্যপূর্ণ। প্রাক্-টার্শারি কালের অবক্ষেপে সাধারণত এই গণটি দেখিতে পাওয়া যায় না। তৃতীয়ত, **নিপাডাইটিস** (*Nipadites*) নামক জীবাশ্ম গণটির উপস্থিতি ; ইহা ইয়োসিন স্তরের একটি বিশিষ্ট নির্দেশক।

অতএব দেখা যাইতেছে যে আন্তঃট্র্যাপীয় উদ্ভিদ-জীবাশ্মের তথ্য হইতে সংশ্লিষ্ট লাভাস্তরগুলিকে ইয়োসিনের চেয়ে প্রাচীন বলিয়া মনে করা চলে না।

রাজামহেন্দ্রি অঞ্চলে ট্র্যাপের সহিত সংশ্লিষ্ট পাললিক স্তর হইতে অ্যাল্‌গি (উদ্ভিদ) অণুজীবাশ্ম পাওয়া গিয়াছে। ইহার মধ্যে **ক্যারোফাইটার** (*Charophyta*) বহু অবশেষ এবং অন্যান্য গণও পাওয়া গিয়াছে। ইহার সহিত কিছু অষ্ট্রাকোড অণুজীবাশ্মও পাওয়া গিয়াছে। এই সকল অণুজীবাশ্ম মোটামুটিভাবে স্থানীয় ডেকান ট্র্যাপকে ইয়োসিন বলিয়া নির্দেশ করে।

মধ্যপ্রদেশের বিভিন্ন স্থানে আন্তঃট্র্যাপীয় স্তর হইতে সংগৃহীত মৎস্য জীবাশ্মের মধ্যে **ক্লুপিয়াস** (*Clupeus*), **মুসপেরিয়া** (*Musperia*), **স্ক্লেরোপেগিস** (*Scleropages*) ইত্যাদি পাওয়া গিয়াছে। বিশেষজ্ঞদের মতে এই মৎস্যকুল-সংশ্লিষ্ট ট্র্যাপস্তরের বয়স নিম্ন ইয়োসিন।

বোম্বাই-এর নিকট মালাবার এবং ওরলি পর্বত হইতে পাওয়া গিয়াছে ব্যাং ও কচ্ছপের জীবাশ্ম—**রাণা পুসিলা** (*Rana pusilla*) এবং **হাইড্রাসপিস লাইথি** (*Hydraspis leithi*) এবং ইহাদের সঙ্গে একটি ক্রাস্টেশিয়ান জীবাশ্ম—**সাইপ্রিস সাবমার্জিনাটা** (*Cypris submarginata*)। ইহারা ঊর্ধ্ব ট্র্যাপের টার্শারি বয়স সমর্থন করে।

অতএব দেখা যাইতেছে যে আন্তঃট্র্যাপীয় স্তর হইতে প্রাপ্ত উদ্ভিদ ও মেরুদণ্ডী জীবাশ্ম সংশ্লিষ্ট ট্র্যাপস্তরগুলিকে ইয়োসিন কালের বলিয়া নির্দেশ করে।

(ঙ) **তেজস্ক্রিয় তথ্য**—ডেকান ট্র্যাপের আগ্নেয় শিলাস্তরে অনেক সময় তেজস্ক্রিয় মণিক উপস্থিত দেখা যায়। বিভিন্ন প্রাকৃতিক বহিঃপ্রভাবের দ্বারা পরিবর্তিত না হইয়া থাকিলে এই সকল তেজস্ক্রিয় মণিকের আইসোটোপ অনুপাত হইতে তেজস্ক্রিয়ামিতির দ্বারা সংশ্লিষ্ট ট্র্যাপ-দেহের ভূতত্ত্বীয় বয়স সরাসরি নির্ধারিত হওয়ার কথা। এই সংক্রান্ত কয়েকটি প্রচেষ্টা সাম্প্রতিক কালে করা হইয়াছে। বোম্বাই এবং পাভাগড় অঞ্চল হইতে সংগৃহীত ডেকান ট্র্যাপের নমুনা ওয়াশিংটনের কার্ণেগি ইনষ্টিটিউটে বিশ্লেষণ করিয়া দুইটি বিভিন্ন লাভাস্তরের বয়সের দুই প্রকার মান পাওয়া গিয়াছে। বোম্বাই-এর লাভাটির বয়স ছয় হইতে সাড়ে ছয় কোটি বৎসর (অর্থাৎ নিম্নতম ইয়োসিন বা ভৌম ইয়োসিন) এবং পাভাগড়ের লাভাটির বয়স চার হইতে সাড়ে চার কোটি বৎসর (অর্থাৎ অলিগোসিন) বলিয়া জানা গিয়াছে। আধুনিক কালে ডেকান ট্র্যাপের সহিত সংশ্লিষ্ট ক্ষারীয় শিলার অন্তর্গত ফেল্‌সপারের বয়স ছয় হইতে সাড়ে ছয় কোটি বৎসরের মধ্যে বলিয়া নির্ধারিত হইয়াছে।

(ক) **উপসংহার**—উপরোক্ত সকল প্রকার তথ্য আলোচনা করিয়া ডেকান ট্র্যাপের ভূতত্ত্বীয় বয়স সম্পর্কে নিম্নলিখিত সিদ্ধান্তগুলিতে উপনীত হওয়া যায়ঃ

(১) আন্তঃট্র্যাপীয় স্তরে প্রাপ্ত সূচক-জীবাশ্মের ভিত্তিতে বলা যায় মেস্ট্রিক-শিয়ান বা উর্ধ্ব নবক্রীটেশাসের পূর্বে ডেকান ট্র্যাপ-উদ্‌গিরণ সুরু হয় নাই। সম্ভবত, ক্রীটেশাস যুগের শেষ লগ্নে এই অগ্ন্যুৎপাত আরম্ভ হইয়াছিল।

(২) আন্তঃট্র্যাপীয় স্তরে প্রাপ্ত উদ্ভিদ-জীবাশ্ম ও অন্যান্য তথ্য নির্দেশ করে যে ট্র্যাপদেহের একটি প্রধান অংশ সম্ভবত প্যালিওসিন ও ইয়োসিন কালে উৎপন্ন হইয়াছিল। অর্থাৎ বলা যায় যে মধ্যজীবীয়-নবজীবীয় কাল-ব্যবধানকে অতিক্রম করিয়া দাক্ষিণাত্য উদ্‌গিরণ ইয়োসিন পর্যায়ে প্রবেশ করিয়াছিল। তেজস্ক্রিয়ামিতিক তথ্য ইহা সমর্থন করে।

(৩) গুজরাট অঞ্চলে বহিঃট্র্যাপীয় স্তরে ইয়োসিন অবক্ষেপের উপস্থিতি হইতে জানা যায় যে এই অঞ্চলে ইয়োসিনের পরে আর ডেকান ট্র্যাপের উদ্‌গিরণ হয় নাই।

(৪) দাক্ষিণাত্যের সর্বত্রই যে ইয়োসিনের মধ্যে উদ্‌গিরণ পর্ব সমাপ্ত হইয়াছিল তাহা বলা যায় না। তেজস্ক্রিয়ামিতিক তথ্য নির্দেশ করে যে, কোন কোন স্থানে অগ্ন্যুৎপাত অলিগোসিন উপযুগ পর্যন্তও চলিয়া থাকিতে পারে।

(৫) ডেকান ট্র্যাপের কাল-পরিসর ইয়োরোপের মধ্যজীবীয় ও নবজীবীয়ের মধ্যে যে কাল-বিরতি আছে তাহার এবং আমেরিকার ল্যারামি স্তরের সমসাময়িক। শেষ মধ্যজীবীয় হইতে ভৌম নবজীবীয় পর্যন্ত বিস্তৃত এই দীর্ঘ কাল-পরিসর ডেকান ট্র্যাপের মতো সুগভীর (কয়েক হাজার ফুট) লাভাস্তরের পক্ষে মোটেই অস্বাভাবিক বা অযৌক্তিক নহে। বিদেশে একাধিক ভূতত্ত্বীয় যুগের উপর বিস্তৃত অগ্ন্যুৎপাতের দৃষ্টান্ত বিরল নহে।

ডেকান ট্র্যাপের বয়স সম্পর্কে আরও বিশদ তথ্য লাভ করিতে হইলে কয়েকটি বিষয়ে নজর দেওয়া প্রয়োজন ঃ—(অ) উন্নত প্রণালীতে তেজস্ক্রিয়া-মিতিক পরীক্ষা ; (আ) অণুজীবাশ্ম, বিশেষত উদ্ভিদ-অণুজীবাশ্মের সার্থক অনুশীলন ; (ই) ডেকান ট্র্যাপের স্তরীয় বিন্যাস এবং অগ্ন্যুদ্‌গিরণ কেন্দ্র বা বিদারগুলির বিশদ সমীক্ষা।

8·5 আর্থিক সম্পদ (economic materials)

(ক) **দাক্ষিণাত্য বেসল্ট**—কঠিন এবং আবহিক প্রভাব-সহ বলিয়া ইহা একটি বহু-ব্যবহৃত গৃহশিলা। কিন্তু ইহার কৃষ্ণবর্ণ এই ব্যবহারের একটি অন্তরায়।

পথশিলা হিসাবে দাক্ষিণাত্য বেসল্ট আদর্শ বস্তু।

ঢালাই-এর কাজে ব্যবহৃত কংক্রীট নির্মাণে খণ্ডিত বেসল্ট ট্র্যাপের ব্যবহার সুবিদিত।

(খ) **গৌণ সিলিকা মণিক**—কোয়ার্টজ, চালসিডনি, অ্যামেথিষ্ট, অ্যাগেট ইত্যাদি বিভিন্ন গৌণ সিলিকা মণিকের বহুল সঞ্চয় ডেকান ট্র্যাপের মধ্যে রহিয়াছে। ইহারা নানা প্রয়োজনে ব্যবহৃত হয়। যেমন, মণিরত্ন বা অলংকার শিলা রূপে, অ্যাগেট নির্মিত খল-নুড়ি প্রভৃতির কাজে বা অন্য দরকারে।

(গ) **ল্যাটেরাইট ও বক্সাইট**—ডেকান ট্র্যাপের ভৌত-রাসায়নিক পরিবর্তন হইতে বহু স্থানে ল্যাটেরাইট ও বক্সাইট অবক্ষেপের সৃষ্টি হইয়াছে। ইহারা অ্যালুমিনিয়াম এবং কখনও কখনও লৌহের আকরিক রূপে ব্যবহৃত হয়। লৌহময় ল্যাটেরাইট গৃহশিলা রূপেও ব্যবহৃত হইয়াছে।

(ঘ) ডেকান ট্র্যাপ হইতে উৎপন্ন বিখ্যাত **কৃষ্ণ মৃত্তিকা** তূলার চাষের পক্ষে অতি সহায়ক বস্তু।

গ্রন্থপঞ্জী

দ্বিতীয় অধ্যায়ের শেষে উল্লিখিত ১নং ও ২নং গ্রন্থ দ্রষ্টব্য।

নবম অধ্যায়

ভারতের নবজীবীয় স্তর (Cainozoic strata of India)

9·1 ভূমিকা (introduction)

নবজীবীয় অধিযুগের ভূতত্ত্বীয় বৈচিত্র্য বেশ সুবিদিত। বোধ হয় সবচেয়ে উল্লেখযোগ্য ঘটনা হিমালয়, আল্প্‌স ইত্যাদি বিখ্যাত পর্বতমালাগুলির উত্থান। মধ্যজীবীয় কালের প্রায় শেষভাগেই টেথিস-সমুদ্র সংকুচিত হইতে সুরু করে। সমুদ্র-সংকোচনের সঙ্গে সঙ্গেই টেথিস-মহীখাতটি পিষ্ট ও বলিত হইয়া স্থলদেহ লাভ করিবার চেষ্টা করে। হিমালয়ের এইভাবেই জন্ম হয়। ইহার পরই গিরিজনির প্রভাবে ক্রমশ টেথিস-মহাসমুদ্র পূর্ব এশিয়া হইতে বিলুপ্ত হয় এবং হিমালয় পর্বত ক্রমশ দীর্ঘ এবং জটিল ভূ-আলোড়নের মধ্য দিয়া বর্তমান আকার লাভ করে। বিশেষজ্ঞেরা মনে করেন হিমালয়ের উত্থান প্রায় সমগ্র নবজীবীয় অধিযুগ ব্যাপিয়া বিস্তৃত এবং ইহার মধ্যে পাঁচটি পর্ব আছে (মতান্তরে চারটি)। প্রথম পর্বটি দেখা দেয় ক্রীটেশাস-অন্তে, দ্বিতীয়টি (?) ইয়োসিন-অন্তে, তৃতীয়টি মধ্য মায়োসিনে, চতুর্থটি প্লায়োসিন-অন্তে এবং শেষটি প্লেইসটোসিন কালে। এই শেষ পর্বের একটি প্রধান ঘটনা কাশ্মীরের পীরপাঞ্জাল পর্বতশ্রেণীর উত্থান। হিমালয় অভ্যুত্থানের শেষ পর্বে এই অঞ্চলে আর একটি বিখ্যাত ভূতত্ত্বীয় ঘটনা ঘটিয়াছিল। উহা প্লেইসটোসিন কালের হিমক্রিয়া (glaciation)। ভূতত্ত্বীয় ইতিহাসে এইজন্য প্লেইসটোসিনকে বলা হয় হিমযুগ। বর্তমানের হিমরেখার অনেক নিম্নে, সম্ভবত ৫000 ফুট সমোন্নতি রেখায় হিমবাহগুলি নামিয়া আসে। সমগ্র হিমালয় পর্বত অঞ্চল, আল্প্‌স, ইউরোপ ও আমেরিকার বিস্তীর্ণ অঞ্চলে হিমবাহগুলি এই সময়ে ব্যাপক অভিযান চালাইয়াছিল। কাশ্মীরের হৈম অবক্ষেপগুলি পরীক্ষা করিয়া জানা গিয়াছে যে প্লেইসটোসিন উপযুগের সুরু হইতে শেষ পর্যন্ত অন্তত পাঁচবার হিমবাহের অভিযান ঘটিয়াছিল ; ইহাদের বলা যায় হিম-পর্যায় (glacial episode) এবং উহাদের অন্তর্বর্তী ব্যবধানকে বলা যায় হিম-বিরতি (interglacial episode)। নবজীবীয় অধিযুগ সুরু হইবার আগেই গণ্ডোয়ানা মহাদেশ খণ্ডিত হইয়াছিল। উপদ্বীপ ভারতে নবজীবীয় অধিযুগের জন্মলগ্নেই দেখা যায় ডেকান ট্র্যাপের সুদূরপ্রসারী অগ্ন্যুদ্গিরণ। নিম্ন নবজীবীয় কালে এই অগ্ন্যুৎপাত চলিতে থাকে। নবজীবীয় কালের বিভিন্ন সময়ে উপদ্বীপ ভারতের দক্ষিণ ও পূর্ব উপকূলে কয়েকবার

সমুদ্রোচ্ছ্বাস. দেখা দিয়াছিল ; অবশ্য খুব ব্যাপক ধরণের নহে, কারণ সামুদ্রিক অবক্ষেপগুলি সাধারণত সংকীর্ণ বলয়ের মধ্যে সীমিত। সিবালিক গোষ্ঠীর অবক্ষেপণ নবজীবীয় কালের একটি প্রধান ঘটনা। মায়োসিন উপযুগের প্রায় মাঝামাঝি সময়ে অর্থাৎ হিমালয়-উত্থানের প্রধান পর্যায়ে উন্নীয়মান হিমালয়ের দক্ষিণ প্রান্তে একটি দীর্ঘ এবং লম্বা খাতের সৃষ্টি হয়। নবজাত পর্বত হইতে ক্ষয়জাত নদীবাহিত অবক্ষেপ দ্বারা প্লেইসটোসিন উপযুগ পর্যন্ত এই খাত পূরিত হয়। পরে এই অবক্ষেপগুলি হিমালয়ের পাদদেশে পর্বতের আকারে উত্থিত হয় (সিবালিক পর্বতশ্রেণী)।

নবজীবীয় যুগের জৈব ইতিহাসও ঘটনাবহুল। মধ্যজীবীয় কালের অতিকায় সরীসৃপ (ডাইনোসর)-কুল নবজীবীয় কাল সুরু হওয়ার পূর্বেই ভূপৃষ্ঠ হইতে বিলুপ্ত হয়। মধ্যজীবীয় কালের বিখ্যাত অ্যামোনাইট-কুলও নবজীবীয় সমুদ্রে প্রবেশ করে নাই, ক্রীটেশাস যুগের সহিত তাহাদের অবসান ঘটে। নবজীবীয়ের সুরু হইতে জলে প্রাধান্য লাভ করিয়াছিল ফোরামিনিফার প্রাণিকুল, আর স্থলে স্তন্যপায়ী মেরুদণ্ডীরা এবং গুপ্তবীজী উদ্ভিদকুল (angiosperms)। ফোরামিনিফার-কুলের মধ্যে অনেক সূচক-জীবাশ্ম পাওয়া যায় এবং নবজীবীয় স্তরের, বিশেষত নিম্ন নবজীবীয়ের, স্তরবিভাগে উহারা খুবই সহায়ক। স্তন্যপায়ীরা আঞ্চলিক জীবাশ্ম হিসাবে স্তরবিভাগে খুবই কার্যকরী হইয়াছে। প্যালিওসিন, ইয়োসিন এবং অলিগোসিন উপযুগে ফোরামিনিফেরার অন্তর্গত নুম্মুলাইট প্রাণিকুল যথেষ্ট প্রাধান্য লাভ করিয়াছিল ; এইজন্য ইহাদের একত্রে নুম্মুলাইট যুগ বলা হয়। ইয়োসিনের শেষে দেহ-বিবর্তনের ফলে জালি-যুক্ত (reticulate) নুম্মুলাইট আবির্ভূত হয়। উহারা অলিগোসিন উপযুগের বৈশিষ্ট্য, ইয়োসিনে উহারা ছিল না। ইয়োসিন উপযুগের ফোরামিনিফার প্রাণিকুল **অ্যাসাইলিনা** ও **ডিসকোসাইক্লিনার** উপস্থিতি দ্বারা চিহ্নিত; উহারা অলিগোসিনে অনুপস্থিত। অলিগোসিনের ফোরামিনিফার-কুলের আর একটি বৈশিষ্ট্য লেপিডোসাইক্লিনা দলের আবির্ভাব।

নবজীবীয় অধিযুগের শ্রেণীবিভাগ লইয়া কিছু মতানৈক্য আছে। সাধারণত এই অধিযুগকে দুইটি যুগে বিভক্ত করা হয় টার্শারি ও কোয়াটারণারি। টার্শারি যুগকে আবার নিম্ন এবং ঊর্ধ্ব দুইভাগে ভাগ করা হয়। আধুনিক মতে নবজীবীয়ের মধ্যে তিনটি যুগ—নিম্ন টার্শারি (বা প্যালিওজিন), ঊর্ধ্ব টার্শারি (বা নিওজিন) এবং কোয়াটারণারি। অনেকে কোয়াটারণারির নিম্নাংশকে (প্লেইসটোসিন) নিওজিন যুগভুক্ত বলিয়া গণ্য করেন। প্যালিওজিন যুগের মধ্যে তিনটি উপযুগ—প্যালিওসিন, ইয়োসিন এবং অলিগোসিন। নিওজিন যুগের মধ্যে দুইটি উপযুগ—মায়োসিন এবং প্লায়োসিন। কোয়াটারণারি যুগের মধ্যে দুইটি উপযুগ—প্লেইসটোসিন এবং হলোসিন। নবজীবীয় কালের এই

বিভাজন ও তাহাদের তেজস্ক্রিয়ামিতিক বয়স (আধুনিক মতে) নিম্নে প্রদত্ত হইল ঃ

অধিযুগ	যুগ	উপযুগ	বয়স (কোটি বর্ষে)
নবজীবীয়	কোয়াটারণারি	হলোসিন	(০'০০২)
		প্লেইসটোসিন	(০'১৫)
	নিওজিন (বা ঊর্ধ্ব টার্শারি)	প্লায়োসিন	(০'৭)
		মায়োসিন	(২'৬)
	প্যালিওজিন (বা নিম্ন টার্শারি)	অলিগোসিন	(৩'৮)
		ইয়োসিন	(৫'৪)
		প্যালিওসিন	(৬'৫)

ভারতীয় অঞ্চলে নবজীবীয় স্তরক্রমের শ্রেষ্ঠ রূপায়ণ দেখা যায় অধুনা পাকিস্তানভুক্ত সিন্ধু-বেলুচিস্তানে। এই নবজীবীয় স্তর পশ্চিম পাঞ্জাব ও জম্মু-কাশ্মীরের মধ্য দিয়া পশ্চিম হিমালয়ের মধ্যে বিস্তৃত। এই সমগ্র অঞ্চলটিকে বলা হয় উত্তর-পশ্চিম নবজীবীয় বলয়। ইহার পর সমগ্র হিমালয়ের দৈর্ঘ্য ব্যাপিয়া ইহার পাদদেশ-বলয়ে এবং নিম্ন হিমালয়ের অনেক স্থানে নবজীবীয় স্তর বর্তমান। উত্তর-পূর্ব বলয়ে নবজীবীয় স্তরের উল্লেখযোগ্য রূপায়ণ দেখা যায়। এই বলয় আসাম, আরাকান এবং বর্মা অঞ্চলকে লইয়া। ভারতীয় উপদ্বীপে, গুজরাটে, সুরাট-ব্রোচ-ক্যাম্বে উপকূলে, কাথিয়াওয়াড়ে এবং কচ্ছে নবজীবীয় স্তরের আদর্শ এবং প্রায় সম্পূর্ণ অনুক্রম দেখা যায়। পশ্চিম উপকূলে ত্রিবাঙ্কুরে এবং পূর্ব উপকূলে মাদ্রাজ হইতে উড়িষ্যা পর্যন্ত ছোট ছোট নবজীবীয় উদ্‌ভেদ দেখা যায়। আসামের মালভূমিতে এবং গাঙ্গেয় পশ্চিমবঙ্গের ভূগর্ভস্থ স্তরে, নবজীবীয় স্তরের প্রায় সম্পূর্ণ অনুক্রম বর্ণিত হইয়াছে।

ভারতীয় অঞ্চলে নবজীবীয় স্তরের মধ্যে দুইটি রূপ (facies) খুবই বিখ্যাত—একটি প্রধানত প্যালিওজিন যুগের নুম্মুলাইট-বাহী সামুদ্রিক রূপ (marine Nummulitic facies), অপরটি নিওজিন যুগের স্তন্যপায়ীযুক্ত মহাদেশীয় সিবালিক রূপ (continental Siwalik facies)। ভারতীয় সামুদ্রিক প্যালিওজিনের আদর্শভূমি সিন্ধু-বেলুচিস্তান তথা সমগ্র উত্তর-পশ্চিম ভারত। অবশ্য এই স্তররূপ আসাম-আরাকানে অর্থাৎ উত্তর-পূর্ব প্রান্তেও ভালোই প্রত্যক্ষ করা যায়। বস্তুত, অপসৃয়মান, খণ্ডিত টেথিস-মহাসমুদ্রের ইহারাই শেষ অবক্ষেপ (মতান্তরে প্যালিওজিন অববাহিকা টেথিস হইতে পৃথক্)। সিমলা-হিমালয়ে অবশ্য এই স্তররূপের অতি ক্ষুদ্র নিদর্শন দেখিতে

পাওয়া যায়। মহাদেশীয় নিওজিন রূপটি হইল হিমালয়ের সিবালিক গোষ্ঠী। ভূমিচর স্তন্যপায়িগণের জীবাশ্ম-সম্পদে পরিপূর্ণ এই মহাদেশীয় অবক্ষেপ বিশ্ববিখ্যাত একটি স্তর। জম্মু-কাশ্মীর অঞ্চলে এবং উহার চতুষ্পার্শ্বে সিবালিক স্তরের আদর্শভূমি। কিন্তু হিমালয়ের পাদদেশ-বলয়ে ঐ পর্বতমালার প্রায় সমগ্র দৈর্ঘ্য-বরাবর সিবালিক উদ্ভেদ প্রত্যক্ষ করা যায়। এই দুইটি প্রধান স্তররূপ ব্যতীত নবজীবীয় স্তরের অপেক্ষাকৃত ছোটখাটো রূপ স্থানে স্থানে দেখা যায়। একটি হইল কাশ্মীরের হৈম স্তররূপ, প্লেইসটোসিন যুগের (glacial facies)। আর একটি হইল উপদ্বীপ ভারতের উপকূলবর্তী স্তররূপ (coastal facies)। উচ্চ হিমালয় এবং নিম্ন হিমালয় বলয়ের টার্শারি গ্র্যানিটদল নবজীবীয় কালের উদ্‌বেধী আগ্নেয় রূপ (intrusive igneous facies)। ডেকান ট্র্যাপ নিম্ন নবজীবীয় কালের উদ্‌গারী আগ্নেয় স্তররূপ (volcanic igneous facies)। সাম্প্রতিক বয়সের বহুশত ফুট গভীর সিন্ধু-গাঙ্গেয় পলল স্তর বা পলিমৃত্তিকা রূপ (alluvial facies) ভূতত্ত্বীয় বৈশিষ্ট্যে খুব সমৃদ্ধ না হইলেও সাংস্কৃতিক গুরুত্বে পরিপূর্ণ।

নবজীবীয় কালের সবচেয়ে আকর্ষণীয় ঘটনা হইল মানবজাতির জন্ম। ঊর্ধ্ব টার্শারি যুগে নরসদৃশ বানর (man-like ape) বর্তমান ছিল, কিন্তু প্রকৃত মানবের আবির্ভাব হয় প্লেইসটোসিন হিমযুগের গোড়াতে। সেই প্রাচীনতম মানবজাতির নিদর্শন পশ্চিম ইউরোপ, দক্ষিণ রাশিয়া, প্যালেস্টাইন, ইরাক, ভারতবর্ষ, বর্মা, জাভা, চীন, পূর্ব এবং দক্ষিণ আফ্রিকা ও উত্তর আমেরিকায় পাওয়া গিয়াছে। মানবের দেহাবশেষ নহে, কিন্তু তাহার ব্যবহৃত অস্ত্রশস্ত্র এবং হাতিয়ারগুলি ভারতীয় অঞ্চলে কিছু কিছু বর্তমান। জন্ম হইতে আজ পর্যন্ত মানব-সংস্কৃতির বিবর্তনের পর্যায়গুলির সহিত হিমপর্যায়গুলির সম্পর্ক এবং তাহাদের বয়সকাল পরপৃষ্ঠায় তালিকাবদ্ধ করা হইল।

হিমক্রম	সভ্যতাক্রম	কালক্রম	
হিমোত্তর পর্যায়	লৌহ যুগ	২,০০০ খ্রীঃ পূঃ	হলোসিন
	ব্রোন্‌জ্ যুগ	৩,৫০০ খ্রীঃ পূঃ	
	নব প্রস্তর যুগ	৮,০০০ খ্রীঃ পূঃ	
	মধ্য প্রস্তর যুগ	২০,০০০ খ্রীঃ পূঃ	
চতুর্থ হিমপর্যায় তৃতীয় হিমবিরতি	উর্ধ্ব প্রত্নপ্রস্তর যুগ মধ্য প্রত্নপ্রস্তর যুগ	উর্ধ্ব প্লেইসটোসিন	
তৃতীয় হিমপর্যায় দ্বিতীয় হিমবিরতি দ্বিতীয় হিমপর্যায়	নিম্ন প্রত্নপ্রস্তর যুগ	মধ্য প্লেইসটোসিন	
প্রথম হিমবিরতি প্রথম হিমপর্যায়	প্রাক্-প্রত্নপ্রস্তর যুগ	নিম্ন প্লেইসটোসিন	

9·2 সিন্ধু ও বেলুচিস্তানের নবজীবীয় স্তরক্রম

(Cainozoics of Sind and Baluchistan)

(ক) **সাধারণ পরিচয়**—সিন্ধু এবং বেলুচিস্তানকে ভারতীয় অঞ্চলের নবজীবীয় স্তরের আদর্শভূমি বলা হয়। কারণ, নবজীবীয় স্তরের অনুশীলন সর্বপ্রথম ভারতের যে কয়টি স্থানে সুরু হয় এই অঞ্চলটি তন্মধ্যে অন্যতম। আরও উল্লেখযোগ্য যে নবজীবীয় স্তরের আদর্শ রূপায়ণ এখানে দেখা যায়। স্তরক্রমটি সুসম্পূর্ণ, প্রায় সকল বিভাগ ও উপবিভাগগুলি বর্তমান এবং উহাদের সামুদ্রিক রূপটি এখানে প্রকাশিত। পূর্বে সিন্ধু এবং পশ্চিমে বেলুচিস্তান, মধ্যে পার্বত্য বিভাগ। সিন্ধুপ্রদেশে নিম্ন নবজীবীয় স্তরের রূপ সামুদ্রিক (marine facies) কিন্তু উর্ধ্ব নবজীবীয় স্তর মহাদেশীয় রূপের (continental facies)। বেলুচিস্তানের নবজীবীয় স্তরক্রম অধিকাংশই সামুদ্রিক রূপের। সিন্ধুপ্রদেশের একটি বৈশিষ্ট্য, দক্ষিণে সামুদ্রিক রূপের অবক্ষেপ দেখা যায় এবং উত্তর দিকে উহাদের প্রকৃতি ক্রমশ পরিবর্তিত হইয়া প্রথমে মিশ্র ও পরে স্বাদুজলজাত অবক্ষেপে পরিণত হয়। বেলুচিস্তান-প্রদেশের বৈশিষ্ট্য, ইহার মধ্যে তিনটি সমান্তরাল বলয়ের বিন্যাস। পূর্ব বলয়টির নাম ক্যালসিয় বলয় (Calcareous Zone), মধ্য বলয়টির নাম খোজাক মেকরাণ বলয় (Khojak Mekran Zone) এবং পশ্চিম বলয়টির নাম চাগাই বলয় (Chagai Zone)। প্রথমটিতে পাওয়া যায় প্রধানত কার্বনেট-প্রধান এবং মৃন্ময় অবক্ষেপ, দ্বিতীয়টিতে সামুদ্রিক কিন্তু অজৈবিক

ফ্লিশ্ (flysch) অবক্ষেপ এবং তৃতীয়টিতে পাললিক ও লাভা স্তরের মিশ্রণ। ইহাদের মধ্যে ক্যালসিয় বলয়টিই সবচেয়ে বিখ্যাত কারণ উহা আদর্শ নবজীবীয় স্তরের ধারক; সিন্ধু-বেলুচিস্তানের সীমান্তবর্তী পার্বত্য অঞ্চল (কীরথর-লাকি-সুলেইমন পর্বতশ্রেণী) এই বলয়ের অন্তর্ভুক্ত। সিন্ধু-বেলুচিস্তানের নবজীবীয় স্তরক্রম নিম্নরূপ (ই, ভ্রেডেনবুর্গ, ১৯০৬)।

(খ) স্তরক্রম :

গোষ্ঠী	শ্রেণী	সোপান	কাল
নিওজিন বা ঊর্ধ্ব টার্শারি গোষ্ঠী	মাঞ্চার শ্রেণী (৯০০০′)	ঊর্ধ্ব সোপান	প্লায়োসিন
		নিম্ন সোপান	মধ্য ও ঊর্ধ্ব মায়োসিন
	গজ শ্রেণী (১৮০০′)	ঊর্ধ্ব সোপান	নিম্ন মায়োসিন
		নিম্ন সোপান	
প্যালিওজিন বা নিম্ন টার্শারি গোষ্ঠী	নারি শ্রেণী (৭০০০′)	ঊর্ধ্ব সোপান	ঊর্ধ্ব অলিগোসিন
		নিম্ন সোপান	নিম্ন অলিগোসিন
	—অসংগতি—		
	কীরথর শ্রেণী (অনধিক ৮৫০০′)		মধ্য ইয়োসিন
	—অসংগতি—		
	লাকি শ্রেণী (৩০০০′)		নিম্ন ইয়োসিন
	—অসংগতি—		
	রাণীকোট শ্রেণী (২১০০′)	ঊর্ধ্ব সোপান	প্যালিওসিন
		নিম্ন সোপান	(?) প্যালিওসিন
	—সংগতি—		
	কার্ডিটা-বিউমন্টি স্তর (পার্ শ্রেণী)		মেষ্ট্রিকশিয়ান হইতে ড্যানিয়ান

(গ) **রাণীকোট শ্রেণী** (Ranikot Series)—সিন্ধু প্রদেশের অন্তর্গত রাণীকোট নামক স্থান হইতে ইহার নামকরণ হইয়াছে। ইহার অন্তঃস্তরে রহিয়াছে ডেকান ট্র্যাপের লাভাস্তর অথবা **কার্ডিটা বিউমন্টি** স্তরের (পার্ বেলেপাথর সোপাম) শীর্ষপ্রান্ত; এই প্রান্তে কোন গাঠনিক অসংগতি নাই। রাণীকোট শ্রেণীর মধ্যে দুইটি সোপান আছে। নিম্ন সোপানটির উপাদান সেল, বেলেপাথর ও বিভিন্ন বর্ণের ক্লে; ইহার সহিত জিপসাম, এবং কয়লা অবক্ষেপ মিশ্রিত আছে। এই সোপানটি ঠিক সামুদ্রিক রূপের স্তর নহে। ইহার সর্বোচ্চ গভীরতা প্রায় ১৪০০ ফুট। অয়েষ্টার খোলক এবং দ্বিবীজপত্রী উদ্ভিদের জীবাশ্ম ছাড়া আর কিছু পাওয়া যায় না।

ঊর্ধ্ব রাণীকোট সোপানটি সামুদ্রিক অবক্ষেপ। ইহা জীবাশ্মময় লালচে

চুনাপাথর এবং আন্তঃস্তরান্বিত ক্লে-বেলেপাথরে গঠিত। ইহার গভীরতা ৭০০—৮০০ ফুট। এই স্তরে নুম্‌মুলাইটের আবির্ভাব প্রথম লক্ষ্য করা যায়। রাণীকোট শ্রেণীর ভিতর সীমাবদ্ধ বিশিষ্ট সূচক জীবাশ্ম **নুম্‌মুলাইটিস নিউটালি** (*Nummulites nuttali*) এবং **মিসেলেনিয়া মিসেলা** (*Miscellanea miscella*) জাতি দুইটির উপস্থিতি এই সোপানের প্যালিওসিন বয়স নির্দেশ করে। নিম্ন এবং ঊর্ধ্ব রাণীকোট সোপানের মধ্যে অসংগতি নাই; অতএব, নিম্ন সোপানটিও সম্ভবত প্যালিওসিন উপযুগভুক্ত, বিশেষত যখন ইহার অন্তঃস্তরে ড্যানিয়ান জীবাশ্মস্তর পাওয়া যায়। ঊর্ধ্ব রাণীকোট প্রাণিকুলের কয়েকটি জীবাশ্ম নিম্নে উল্লেখ করা হইল। ইহার মধ্যে পাওয়া যায় বেলেমনাইটকুলের শেষ সভ্য **ষ্টাইরাকোটিউথিস ওরিয়েন্টালিস** (*Styracoteuthis orientalis*), এবং **ক্যালিপট্রোফোরাস** (*Calyptrophorus*) নামে একটি শামুক, যাহা ঊর্ধ্বতম ক্রীটেশাস ও প্যালিওসিনের বৈশিষ্ট্য।

ফোরামিনিফেরা—**নুম্‌মুলাইটিস** (*Nummulites*), **মিসেলেনিয়া** (*Miscellanea*), **অ্যাসাইলিনা** (*Assilina*), **লকহার্টিয়া** (*Lockhartia*) ইত্যাদি। প্রবাল—**মণ্ট্‌লিভলশিয়া** (*Mantlivaltia*), **ট্রোকোস্মিলিয়া** (*Trochosmilia*), **সাইক্লোলাইটিস** (*Cyclolites*) ইত্যাদি। একিনয়েড—**ফিলাক্যান্থাস** (*Phyllacanthus*), **হেমিয়েষ্টার** (*Hemiaster*), **সাইজেষ্টার** (*Schizaster*), **ইউরোডিয়া মরিসি** (*Eurhodia morrisi*) ইত্যাদি। ঝিনুক—**অষ্ট্রিয়া** (*Ostrea*), **কার্ডিয়াম** (*Cardium*), **ভেনেরিকার্ডিয়া** (*Venericardia*) ইত্যাদি। শামুক—**গিসোর্টিয়া** (*Gisortia*), **টারিটেলা** (*Turritella*), **কোনাস** (*Conus*), **ন্যাটিকা** (*Natica*), **মুরেক্স** (*Murex*) ইত্যাদি। সেফালোপোড—নটিলাস। রাণীকোট শ্রেণীর সমকালীন স্তর হিমালয় ও উপদ্বীপ ভারতের অনেক স্থানে দেখা যায়।

(ঘ) **লাকি শ্রেণী** (Laki Series)—রাণীকোট শ্রেণীর শীর্ষে একটি অসংগতিসূচক লোহময় ল্যাটেরাইট স্তরের উপর লাকি শ্রেণী অবস্থিত; কখনও বা ইহাকে ক্রীটেশাস স্তরের উপর বিন্যস্ত দেখা যায়। সিন্ধু-বেলুচিস্তান সীমানা অঞ্চলের বিখ্যাত লাকি পর্বত হইতে ইহার নাম হইয়াছে। এই সীমান্ত অঞ্চলের ক্যালসিয় বলয় ছাড়া লাকি শ্রেণীর স্তর ওয়াজিরিস্তান, কোহাট, লবণ পর্বত, অ্যাটক, জম্মু, বিকানীর, কচ্ছ, আসাম ও আরও কয়েক জায়গায় বর্তমান আছে। উত্তর-পশ্চিম ভারতের সর্বপ্রধান তৈলবাহী স্তর এই লাকি

শ্রেণী। ইহার সর্বোচ্চ গভীরতা ৩০০০ ফুট পর্যন্ত হইতে পারে। সেল, চুনাপাথর, বেলেপাথর এবং ক্লে—এই সকল শিলায় লাকি শ্রেণী গঠিত। পূর্বে এই শ্রেণীটিকে ভ্রেডেনবুর্গ তিনটি সোপানে বিভক্ত করিয়াছিলেন—নিম্ন (মেটিং সেল ও চুনাপাথর), মধ্য (মেটিং বা দুংঘান চুনাপাথর), এবং ঊর্ধ্ব (ঘাজিজ স্তর—মোটামুটিভাবে জীবাশ্মহীন)। পরবর্তীকালে এই বিভাগগুলির যাথার্থ্য ও স্তরীয় অবস্থান বিতর্কিত হইয়াছে এবং উপবিভাগের অন্যান্য প্রস্তাব দেওয়া হইয়াছে। যাহা হউক, লাকি শ্রেণীর মধ্যে জীবাশ্মের ভিত্তিতে শ্রেণী-বিভাগ আধুনিক মতে খুব কার্যকরী হইবে না। লাকি শ্রেণীর কয়েকটি বিশিষ্ট জীবাশ্ম হইল—**নুমমুলাইটিস অ্যাটাসিকাস** (*Nummulites atacicus*), **অ্যাসাইলিনা গ্র্যান্যুলোসা** (*Assilina granulosa*) এবং **অ্যালভিওলিনা ওবলংগা** (*Alveolina oblonga*); ইহারা লাকি শ্রেণীর ভিতর সীমাবদ্ধ এবং এই স্তরের পরিচয়-নির্দেশক। আরও অনেক জীবাশ্ম এবং কয়েকটি উদ্ভিদও লাকি শ্রেণী হইতে আহরিত হইয়াছে। স্তরীয় অবস্থান ও জীবাশ্মের ভিত্তিতে লাকি শ্রেণীর বয়স নিম্ন ইয়োসিন।

ফোরামিনিফার—**অর্বিটোলাইটিস** (*Orbitiolites*), **নুমমুলাইটিস ইরেগুলারিস** (*Nummulites irregularis*) ইত্যাদি। একিনয়েড—**লায়োসিডারিস** (*Leiocidaris*), **মাইক্রপসিস** (*Micropsis*), **কনোক্লাইপিয়াস** (*Conoclypeus*), **একিনোল্যাম্পাস** (*Echinolampus*) ইত্যাদি। ঝিনুক ও শামুকের নিম্নোক্ত জীবাশ্মগুলি লাকি ও কীরথর স্তর হইতে যুক্তভাবে সংগৃহীত—**অষ্ট্রিয়া ভেসিকুলারিস** (*Ostrea vesicularis*), **টারিটেলা অ্যাংগুলাটা** (*Turritella angulata*), **ন্যাটিকা লংগিস্পাইরা** (*Natica longispira*), **ওভিউলাম মার্চিসোনি** (*Ovulum murchisoni*) ইত্যাদি।

(ঙ) **কীরথর শ্রেণী** (Kirthar Series)—সিন্ধু প্রদেশের উত্তর-পশ্চিম অঞ্চলে অবস্থিত কীরথর (বা খীরথর) পর্বত (ইহা লাকি পর্বতের উত্তর-পশ্চিমে অবস্থিত) হইতে এই শ্রেণীর নাম হইয়াছে। কীরথর শ্রেণী ঐ পর্বতের উচ্চ অংশে উদ্‌ভিন্ন। ইহার নিম্নে একটি অসংগতি-সূচক ল্রেক্সিয়া-চুনাপাথর স্তরের ব্যবধানে লাকি শ্রেণী বিন্যস্ত। কীরথর ও লাকির মধ্যে জৈবিক অসংগতিও বেশ সুস্পষ্ট। কীরথর শ্রেণীর গভীরতা অনির্দিষ্ট, ইহার সর্বোচ্চ মোট গভীরতা কয়েক হাজার ফুট।

সামগ্রিকভাবে কীরথর শ্রেণীকে পূর্বে জীবাশ্মের ভিত্তিতে তিনটি পর্যায়ে বিভক্ত করা হইয়াছিল। নিম্ন পর্যায়টির (ইহা বেলুচিস্তানে দেখা যায়—ঘাজাবাদ

চুনাপাথর স্তর) প্রধান জীবাশ্ম—**নুম্মুলাইটিস লেভিগেটাস** (*Nummulites laevigatus*), **অ্যাসাইলিনা এক্সপোনেন্স** (*Assilina exponens*)। মধ্য পর্যায়ের বিশিষ্ট জীবাশ্ম—**নুম্মুলাইটিস বিউমণ্টি** (*Nummulites beaumonti*), **নুঃ গিজেহেনসিস** (*N. gizehensis*), **ডিসকোসাইক্লিনা জেভানা** (*Discocyclina javana*), **ডিঃ আনডুলেটা** (*D. undulata*), **অ্যাসাইলিনা স্পাইরা** (*Assilina spira*); শেষ দুইটিকে উর্ধ্ব কীরথরেও পাওয়া যায়। উর্ধ্ব কীরথর স্তরের (ইহা বেলুচিস্তানের স্পিণ্টাংগি চুনাপাথর) বিশিষ্ট জীবাশ্ম—**নুম্মুলাইটিস কম্প্লেনাটাস** (*Nummulites complanatus*)। জীবাশ্মের ভিত্তিতে কীরথর শ্রেণীর ত্রিখণ্ডিত উপবিভাগ কতখানি যুক্তিসিদ্ধ তাহা বলা কঠিন—সম্ভবত এই উপবিভাগগুলির কেবল সংকীর্ণ স্থানীয় মূল্য রহিয়াছে। সিন্ধু প্রদেশে কীরথর শ্রেণীর মধ্যবর্তী অংশটিই ভালোভাবে প্রকটিত, নিম্ন ও উর্ধ্ব স্তরগুলি বেলুচিস্তানে দেখা যায়। এই দুই প্রদেশের বাহিরে কীরথর শ্রেণীর সমকালীন স্তর হিমালয়ের অন্যান্য স্থানে, আসামে এবং অন্যত্র দেখিতে পাওয়া যায়। কীরথর শ্রেণীর বয়স, জীবাশ্মের ভিত্তিতে মধ্য ইয়োসিন বলিয়া গণ্য করা হয়। ইহার উর্ধ্বসীমা বার্টোনিয়ানের (উর্ধ্ব-মধ্য ইয়োসিন) উর্ধ্ব সীমার সহিত একরেখীয় বলিয়া বিবেচিত হয়। কীরথর শ্রেণীর শীর্ষস্থ অসংগতি এবং ইহার মধ্যে বিশিষ্ট উর্ধ্ব ইয়োসিন জীবাশ্মগুলির অনুপস্থিতি নির্দেশ করে যে উর্ধ্বতম ইয়োসিন স্তর কীরথর শ্রেণীর মধ্যে নাই। সম্ভবত সিন্ধু-বেলুচিস্তানের স্তরক্রম হইতে উহা ক্ষয়ের দ্বারা অপসারিত হইয়াছে।

(চ) **নারি শ্রেণী** (Nari Series)—সিন্ধু-বেলুচিস্তানের সীমান্তবর্তী ক্যালসিয় বলয়ে কীরথর পর্বতের পূর্বপ্রান্তে এবং লাকি পর্বতের পশ্চিমে নারি শ্রেণীর উত্তম উদ্‌ভেদ দেখা যায়। সিন্ধু সীমান্তের নারি নদীর নাম হইতে এই শ্রেণীটির নামকরণ হইয়াছে। প্রধানত ইহা গভীর চুনাপাথরের স্তর এবং মিশ্রিত কিছু সেল ও বেলেপাথর স্তরে গঠিত। ইহার পশ্চিমে প্রাচীনতর অর্থাৎ ইয়োসিন উদ্‌ভেদগুলি দেখিতে পাওয়া যায়। নারি শ্রেণীর উদ্‌ভেদ দক্ষিণ হইতে উত্তরের দিকে ক্রমশ বালিবহুল হইয়া পড়ে; ইহা হইতে প্রতীয়মান হয় স্থলভাগ বা সমুদ্রোপকূল উত্তরে অবস্থিত ছিল এবং সমুদ্র ছিল তাহার দক্ষিণে।

নারি শ্রেণীকে দুইটি সোপানে বিভক্ত করা যায়। নিম্ন বিভাগটি প্রধানত চুনাপাথরের স্তর, সর্বোচ্চ গভীরতা প্রায় ১৫০০ ফুট। ইহার নিম্নে একটি অসংগতি আছে। এই সোপানটি জীবাশ্মময়। ইহার প্রধান জৈব

বৈশিষ্ট্য হইল ইয়োসিন উপযুগের নুম্মুলাইট কুলের বিবর্তন লব্ধ জালিযুক্ত (reticulate) নুম্মুলাইটের প্রথম আবির্ভাব—**নুম্মুলাইটিস ইণ্টারমিডিয়াস** (*Nummulites intermedius*), **নুম্মুলাইটিস ভ্যাসকাস** (*N. vascus*); কচ্ছ হইতে ইহার সমকালীন স্তরে পাওয়া গিয়াছে—**নুঃ ফিচেলি** (*N. fitcheli*), **নুঃ ক্লাইপিয়াস** (*N. clypeus*), **স্পাইরোক্লাইপিয়াস** (*Spiroclypeus*) ইত্যাদি। সিন্ধু ও বেলুচিস্তান অঞ্চলে নিম্ন নারি সোপান হইতে আরও অনেক জীবাশ্ম পাওয়া গিয়াছে—**লেপিডোসাইক্লিনা ডাইলেটাটা** (*Lepidocyclina dilatata*) —ইহা নারি শ্রেণীর একটি বিশিষ্ট জীবাশ্ম, **ব্রেণিয়া মালটিটিউবারকিউলাটা** (*Breynia multituberculata*), **একিনোল্যাম্পাস** (*Echinolampus*), **ক্লাইপিয়েষ্টার** (*Clypeaster*), **ক্র্যাসাটেলা** (*Crassatella*), **ভেনাস** (*Venus*), **অষ্ট্রিয়া** (*Ostrea*), **আর্কা** (*Arca*), **মণ্ট্লিভলশিয়া** (*Montlivaltia*), **সাইপ্রিয়া** (*Cyprea*), **সেরিথিয়াম** (*Cerithium*) ইত্যাদি।

ঊর্ধ্ব নারি সোপানটি প্রায় ৪০০০ হইতে ৬০০০ ফুট পর্যন্ত গভীর হইতে পারে। প্রধানত ইহা গুরু-স্তরায়িত (thick-bedded) বেলেপাথর এবং অল্প পরিমাণ সেল ও কংগ্লোমারেট শিলায় গঠিত। এই সোপানটি সাধারণত অজৈবিক কিন্তু ইহার কয়েকটি স্তরে **লেপিডোসাইক্লিনা** জীবাশ্মটির আধিক্য দেখা যায়। কচ্ছ অঞ্চলে ঊর্ধ্ব নারি পর্যায়ের স্তর হইতে পাওয়া গিয়াছে **মায়োজিপসিনয়ডিস** (*Miogypsinoides*), **নেফ্রোলেপিডিনা** (*Nephrolepidina*), **অষ্ট্রোট্রাইলিনা** (*Austrotrillina*) ইত্যাদি।

জৈব তথ্যের ভিত্তিতে নারি শ্রেণীর ভূতত্ত্বীয় বয়স মধ্য অলিগোসিন হইতে নিম্ন মায়োসিন বলিয়া ধরা হয়। অলিগোসিনের নিম্ন পর্যায় ব্যতীত প্রায় সমগ্র অংশ এবং মায়োসিনের কেবলমাত্র নিম্নতম পর্যায় এই কাল-পরিসরের অন্তর্ভুক্ত। বেলুচিস্তানের খোজাক-মেকরাণ বলয়ের খোজাক সেল স্তর (ফ্লিশ) নারি শ্রেণীর সমসাময়িক।

(ছ) **গজ শ্রেণী** (Gaj Series)—গজ নদীর নাম হইতে ইহার নাম হইয়াছে। উহা সিন্ধু প্রদেশের পশ্চিম অঞ্চলে প্রবাহিত। সিন্ধু-বেলুচিস্তানের পার্বত্য অঞ্চলে নারি শ্রেণীর উপর গজ শ্রেণীর স্তরীয় অবস্থান সংগতিপূর্ণ। কিন্তু অন্যত্র, যেমন কচ্ছে, নারি এবং গজ শ্রেণীর মধ্যে সম্ভবত একটি বিরতি রহিয়াছে। গজ শ্রেণীর গভীরতা, সিন্ধু-বেলুচিস্তানে প্রায় ১৫০০ ফুটের কাছাকাছি। ইহা প্রধানত হলদে বা লালচে রঙের চুনাপাথর, সাদা বেলে চুনাপাথর এবং কিছু ক্লে ও জিপসাম উপাদানে গঠিত। শিলালক্ষণ হইতে

প্রতীয়মান হয় যে গজ অবক্ষেপণের অববাহিকাটি গোড়ার দিকে সামুদ্রিক ছিল এবং শেষের দিকে ক্রমশ মিশ্র (মোহানাজাতীয়, estuarine) ধরণের হইয়া পড়ে।

জীবাশ্মের ভিত্তিতে গজ শ্রেণীকে দুইটি সোপানে বিভক্ত করা হয়। কতকগুলি জীবাশ্ম উভয় সোপানের মধ্যে সাধারণ, আবার কতকগুলি জাতি আছে যাহারা নিম্ন বা ঊর্ধ্ব যে কোন একটির বিশেষ বৈশিষ্ট্য, অর্থাৎ অপরটি হইতে অনুপস্থিত। নিম্ন গজের কয়েকটি জীবাশ্ম—**অষ্ট্রিয়া অ্যাংগুলাটা** (*Ostrea angulata*), **পেকটেন ল্যাবাডিআই** (*Pecten labadeyi*), **পেঃ আর্টিকুলেটাস** (*P. articulatus*), **লেপিডো-সাইক্লিনা মার্জিনাটা** (*Lepidocyclina marginata*) ; ঊর্ধ্ব গজের কয়েকটি জীবাশ্ম—**অষ্ট্রিয়া ল্যাটিমারজিনাটা** (*Ostrea latimarginata*), **অঃ গজেনসিস** (*O. gajensis*), **অঃ গিন্‌জেনসিস** (*O. gingensis*), **অঃ ইম্ব্রিকেটা** (*O. imbricata*), **অঃ ভেসটিটা** (*O. vestita*), **পেকটেন প্ল্যাসেন্টা** (*Pecten placenta*), **পেঃ সাবকর্নিয়াস** (*P. subcorneus*), **আর্কা পিথেনসিস** (*Arca peethensis*), **আঃ বুর্ণেসাই** (*A. burnesi*), **আঃ সেমিটর্টা** (*A. semitorta*) এবং গণ্ডারের (*Rhinoceros*) কিছু দেহাবশেষ। জীবাশ্মের ভিত্তিতে নিম্ন গজ সোপানের বয়স নিম্ন পুরামায়োসিন বা অ্যাকুইটেনিয়ান (Aquitanian) এবং ঊর্ধ্ব গজ সোপানের বয়স ঊর্ধ্ব পুরামায়োসিন বা বার্ডিগেলিয়ান (Burdigalian) বলিয়া স্থির হইয়াছে। উপরোক্ত জীবাশ্মগুলি ব্যতীত গজ শ্রেণী হইতে আরও অনেক বিখ্যাত জীবাশ্ম পাওয়া গিয়াছে ; যেমন, **অষ্ট্রোট্রাইলিনা হাউচিনি** (*Austrotrillina howchini*), **অর্বুলিনা ইউনিভার্সা** (*Orbulina universa*), **নেফ্রোলেপিডিনা** (*Nephrolepidina*), **ব্রেনিয়া কেরিণাটা** (*Breynia carinata*), **টারিটেলা অ্যাংগুলাটা** (*Turitella angulata*) ইত্যাদি।

বেলুচিস্তানের অন্তর্গত বুগ্‌তি পর্বতে **বুগ্‌তি স্তর** (*Bugti Bed*) নামে গজ শ্রেণীর সমসাময়িক কালের একটি অবক্ষেপের উদ্‌ভেদ আছে। ইহার চুনাপাথর-প্রধান নিম্নাংশ ঊর্ধ্ব নারির সমসাময়িক হইতে পারে ; তবে ইহার বেলেপাথর-গঠিত অধিকাংশই গজ শ্রেণীর সহিত সমকালীন, বিশিষ্ট অষ্ট্রিয়া-জীবাশ্মের ভিত্তিতে। বুগ্‌তি স্তরে অনেক স্তন্যপায়ী জীবাশ্মও পাওয়া যায়।

উত্তর-পশ্চিম পাঞ্জাব (অবিভক্ত) এবং সংলগ্ন জম্মু-কাশ্মীর অঞ্চলে

নবজীবীয় স্তরক্রমের প্রায় সম্পূর্ণ রূপ দেখিতে পাওয়া যায়। মিশ্র এবং স্বাদু জলের অববাহিকায় উৎপন্ন **মুরী শ্রেণী** (*Muree Series*) এবং তাহার নিম্ন প্রান্তস্থ **ফতেজং স্তর** (*Fatchjang Bed*) নিম্ন হইতে মধ্য মায়োসিনের মধ্যে অবস্থিত। বলা যাইতে পারে যে উহারা গজ শ্রেণীর প্রায় সমসাময়িক।

(জ) **মাঞ্চার শ্রেণী** (Manchhar Series)—সিন্ধু প্রদেশের মাঞ্চার হ্রদের নামানুসারে এই স্থানের ঊর্ধ্বতম নবজীবীয় স্তরের নাম দেওয়া হইয়াছে মাঞ্চার শ্রেণী। ইহার সহিত উত্তর-পশ্চিম হিমালয় অঞ্চলের সিবালিক গোষ্ঠীর যথেষ্ট সাদৃশ্য আছে। মাঞ্চার শ্রেণী দুইটি সোপানে বিভক্ত। উহাদের যুক্ত গভীরতা প্রায় ৯000 ফুট হইতে পারে। নিম্ন মাঞ্চার সোপানটি ধূসর বর্ণের বেলেপাথর দ্বারা গঠিত, উহার সহিত কিছু লাল বেলেপাথর এবং কংগ্লোমারেট মিশ্রিত আছে। কংগ্লোমারেট স্তরের মধ্যে বেলেপাথরের নুড়ি এবং ক্লে-পাথরের গোলক পাওয়া যায়। ইহার নিম্ন অংশ হইতে কিছু মেরুদণ্ডী জীবাশ্ম পাওয়া গিয়াছে। নিম্ন মাঞ্চার সোপানটির নিম্ন প্রান্ত কীরথর পর্বতে গজ শ্রেণীর উপর সংগতরূপে বিন্যস্ত। জীবাশ্ম এবং স্তরীয় অবস্থান হইতে নিম্ন মাঞ্চার সোপানের বয়স মধ্য মায়োসিন (হেলভেটিয়ান, Helvetian) বলিয়া স্থির হইয়াছে। ইহার কিয়দংশ ঊর্ধ্ব মায়োসিন হইতে পারে।

ঊর্ধ্ব মাঞ্চার সোপানটি লারখানা নামক স্থানে ভালোভাবে উদ্‌ভিন্ন। ইহা কংগ্লোমারেট, বেলেপাথর এবং বিভিন্ন বর্ণের ক্লে দ্বারা গঠিত। এই সোপানটির বয়স ঊর্ধ্ব মায়োসিন হইতে প্লায়োসিন।

মাঞ্চার শ্রেণীর অবক্ষেপ দক্ষিণাংশে সামুদ্রিক রূপের কিন্তু উত্তরাংশে উহা নদীজাত। মাঞ্চার শ্রেণী মোটামুটিভাবে নিম্ন ও মধ্য সিবালিক স্তরের সমসাময়িক।

বেলুচিস্তানের মেকরাণ অঞ্চলে রূপায়িত ঊর্ধ্ব নবজীবীয় স্তরের নাম মেকরাণ শ্রেণী। সুগভীর ক্লে শিলাস্তর এবং আন্তঃস্তরায়িত বেলেপাথর ও খোলক চুনাপাথরে (shell limestone) এই স্তর গঠিত। ইহার মধ্যে দুইটি সোপান আছে। নিম্নটির নাম তালার সোপান, উহা মধ্য সিবালিকের সমসাময়িক। ঊর্ধ্বটির নাম গোয়াদর সোপান, উহা ঊর্ধ্ব সিবালিক বয়সের। মেকরাণ শ্রেণীর মধ্যে অনেক সামুদ্রিক জীবাশ্ম আছে। এই স্তরে প্রাপ্ত কয়েকটি জীবাশ্ম—**সুরকুলা** (*Surcula*), **টেরিব্রা** (*Terebra*), **প্লুরোটোমা** (*Pleurotoma*), **ন্যাটিকা** (*Natica*), **কর্বুলা** (*Corbula*), **কার্ডিয়াম** (*Cardium*), **পেক্টেন** (*Pecten*) ইত্যাদি। মেকরাণ ও মাঞ্চার শ্রেণীর অধিকাংশই সমসাময়িক।

9·3 হিমালয় অঞ্চলের নবজীবীয় স্তরক্রম (Cainozoic strata of the Himalayan region)

(ক) **ভূমিকা**—মধ্যজীবীয় অধিযুগান্তে টেথিস-সমুদ্রের সংকোচন সুরু হওয়ায়, 'কেন্দ্রীয়' হিমালয়ের উত্তর বলয়ে, অর্থাৎ স্পিটি-কুমায়ুনের আদর্শ পুরাজীবীয়-মধ্যজীবীয় অঞ্চলে, নবজীবীয় অবক্ষেপের অনুরূপ আদর্শ রূপায়ণ সম্ভবপর হয় নাই। এজন্য লাডাক, কৈলাস পর্বত ও সংলগ্ন দক্ষিণ তিব্বতের অসম্পূর্ণ নিম্ন টার্শারি স্তরক্রম ব্যতীত টেথিস-হিমালয় বলয়ে নবজীবীয় কালের আর কোন উল্লেখযোগ্য স্তর নাই। অবশ্য হিমালয়ের দুই প্রান্তে, পশ্চিমে ও পূর্বে, অবশিষ্ট এবং সংকুচিত টেথিস-সমুদ্র কেন্দ্রীভূত হওয়ার ফলে (?) আসাম-আরাকানের পার্বত্য অঞ্চলে এবং কাশ্মীর-জম্মু(পোটওয়ার)-লবণ পর্বত অঞ্চলে নবজীবীয় স্তরের উত্তম অনুক্রম রচিত হইয়াছে। দক্ষিণ হিমালয়ে সিমলা-গাঢ়োয়াল-নৈনিতাল অঞ্চলে নিম্ন নবজীবীয় কালের স্তর দেখিতে পাওয়া যায়। এই প্যালিওজিন বা নিম্ন নবজীবীয় অববাহিকা (খাত) হিমালয়-গিরিজনির প্রভাবে সৃষ্ট হয় বলিয়া অনেকে মনে করেন। সিমলার এই নিম্ন নবজীবীয় স্তরবলয় কাশ্মীরের নিম্ন নবজীবীয় স্তরের সহিত সংযুক্ত হইলেও, পূর্বে বিস্তৃতি লাভ করে নাই। কিন্তু উর্ধ্ব নবজীবীয় কালের সিবালিক স্তরগোষ্ঠী হিমালয়ের প্রায় সমগ্র দৈর্ঘ্য বরাবর, পূর্বে ব্রহ্মপুত্র উপত্যকা হইতে পশ্চিমে জম্মু পর্যন্ত, ইহার পাদদেশ বলয়ে প্রায় একটানা পার্বত্য উদ্‌ভেদ গঠন করিয়াছে। হিমালয়ের পার্বত্য অঞ্চলের বিরাট পরিসরে নবজীবীয় স্তর-রূপায়ণের একটি প্রাথমিক পরিচয় লাভের জন্য কয়েকটি নির্বাচিত স্থানের স্তরক্রম নিম্নে সংক্ষেপে বর্ণনা করা হইল।

(খ) **'কেন্দ্রীয়' হিমালয় ও তিব্বতের নবজীবীয় স্তরক্রম:**

লাডাকে, সিন্ধু উপত্যকার উর্ধ্বাংশে, ক্রীটেশাস হইতে অলিগোসিন কালের পাললিক স্তর হিমালয়ের অক্ষের সহিত সমান্তরালভাবে বিন্যস্ত দেখা যায়। ইহার মধ্যে কর্করীয় অবক্ষেপ এবং মন্দরূপে সংরক্ষিত **নুমুলাইট** জীবাশ্মযুক্ত কার্বনেট অবক্ষেপ উভয়ের সংমিশ্রণ রহিয়াছে।

দঃ পঃ তিব্বতের কৈলাস পর্বতে, কৈলাস গ্র্যানিট নামক ক্রীটেশাস বা প্রাচীনতর উদ্‌বেধী দেহের উপর অসংগতরূপে বিন্যস্ত কৈলাস কংগ্লোমারেট স্তর (প্রায় ৬০০০ ফুট গভীর) দেখিতে পাওয়া যায়। ইহা সম্ভবত ইয়োসিন যুগের।

হিমালয়ের উত্তর-প্রান্ত সংলগ্ন দক্ষিণ তিব্বত অঞ্চলে ইয়োসিন স্তরের জীবাশ্মময় উদ্‌ভেদ রহিয়াছে। কাম্পা জোং (Kampa Dzong) নামক স্থান হইতে এই অনুক্রম বর্ণিত হইয়াছে (নিম্নে উহা উদ্ধৃত হইল); ইহার নাম কাম্পা গোষ্ঠী:

(৬) জোং-বাক সেল (১৫০′) (৫) অর্বিটোলাইটিস চুনাপাথর (৫০′)	লাকি শ্রেণীর সমসাময়িক
(৪) স্পণ্ডাইলাস সেল (১৫০′) (৩) অপারকিউলিনা চুনাপাথর (১৫০)′ (২) গ্যাস্ট্রোপোড চুনাপাথর (৩০০′)	ঊর্ধ্ব রাণীকোটের সমসাময়িক
(১) লৌহময় বেলেপাথর (২০০′)	নিম্ন রাণীকোটের সমসাময়িক

(গ) দক্ষিণ হিমালয়ের (সিমলা অঞ্চল) নবজীবীয় স্তরক্রম :

হিমালয়ের দক্ষিণাংশে সিমলা-গাড়োয়াল-নৈনিতাল অঞ্চলে নিম্ন টার্শারি যুগের অবক্ষেপ দেখা যায়। ইহাদের মধ্যে, বিশেষত ইয়োসিন সুবাথু স্তরের মধ্যে বেশ কিছু সামুদ্রিক (ফোরামিনিফার) জীবাশ্ম পাওয়া গিয়াছে— **অ্যাসাইলিনা গ্র্যানুলোসা** (*Assilina granulosa*) ও অন্যান্য জাতি, **নুমুলাইটিস অ্যাটাসিকাস** (*Nummulites atacicus*) ও অন্যান্য জাতি, **গ্লোবোরোটালিয়া** (*Globorotalia*), **লকহার্টিয়া** (*Lockhartia*), **অপারকিউলিনা** (*Operculina*) ইত্যাদি। সুবাথু স্তর প্রধানত সেল এবং উহার সহিত মিশ্রিত কিছু বেলেপাথর ও অশুদ্ধ চুনাপাথর শিলায় গঠিত। জম্মু অঞ্চলের ইয়োসিন সমুদ্রবাহু পূর্বাভিমুখে সিমলা অঞ্চলে আসিয়া অগভীর উপহ্রদ-প্রকৃতি লাভ করিয়াছিল এবং এইরূপ অববাহিকাতে সুবাথু স্তরের অবক্ষেপণ হইয়াছিল বলিয়া অনুমান করা হয়। জম্মু অঞ্চলে সুবাথুর সমসাময়িক স্তর হইল পার্বত্য চুনাপাথর, চারাত স্তর ইত্যাদি। সুবাথুর বয়স জীবাশ্ম হইতে নিম্ন ইয়োসিন (লাকি) বলিয়া মনে হয়। ইহার নিম্ন প্রান্তে একটি ল্যাটেরাইট-অসংগতি বর্তমান। ইহার শীর্ষপ্রান্তেও অসংগতি রহিয়াছে। উহা অলিগোসিন উপযুগে অবক্ষেপণ বিরতির নির্দেশক।

ঐ অসংগতির উপর পুরামায়োসিন কালের ডাগসাই স্তর বিন্যস্ত। ইহার নিম্নাংশ প্রধানত লাল ক্লে শিলায় এবং ঊর্ধ্বাংশ শক্ত কোয়ার্টজাইট বেলেপাথরে গঠিত। শিলালক্ষণ হইতে মনে হয় ডাগসাই স্তরটি লবণাক্ত-স্বাদু জলের (brackish water) অবক্ষেপ।

ডাগসাই স্তরের উপর সংগত ভাবে বিন্যস্ত রহিয়াছে কসৌলি স্তর। ইহা বেলেপাথরে গঠিত এবং কিছু মৃন্ময় স্তর উহার সহিত মিশ্রিত। ডাগসাই স্তরের লাল ক্লে শিলা এখানে অনুপস্থিত। উদ্ভিদ জীবাশ্ম **সবল মেজর** (*Sabal major*) এবং ঝিনুক জীবাশ্ম **ইউনিও** (*Unio*) এই স্তর হইতে পাওয়া গিয়াছে। কসৌলি স্তরটি সম্ভবত স্বাদুজলজ অবক্ষেপ। ডাগসাই-কসৌলির বয়স নিম্ন হইতে মধ্য মায়োসিন। উহারা নিম্ন ও ঊর্ধ্ব মুরী স্তরের

সমসাময়িক। উহাদের সংযুক্ত গভীরতা ৭০০০ হইতে ৮০০০ ফুট। কসৌলির পরবর্তী স্তর নাহান ক্লে। ইহা উর্ধ্ব নবজীবীয় কালের সিবালিক গোষ্ঠীভুক্ত। কসৌলি এবং নাহান স্তর পরস্পর হইতে একটি সংঘট্ট-তল দ্বারা বিভক্ত। এই সংঘট্টটি হিমালয়ের দক্ষিণাংশে নিম্ন ও উর্ধ্ব নবজীবীয়ের মধ্যে সীমানা-নির্দেশক। সিবালিক গোষ্ঠীর অবক্ষেপ সমগ্র হিমালয়-পাদদেশে বিস্তৃত। উহা পরে পৃথক্‌ভাবে বর্ণিত হইবে।

সিমলা-হিমালয় অঞ্চলের নবজীবীয় স্তরক্রম ঃ—

সিবালিক গোষ্ঠী··· ··· ··· উর্ধ্ব নবজীবীয়

—প্রধান সীমারেখা চ্যুতি—

সিরমুর গোষ্ঠী	কসৌলি স্তর	নিম্ন হইতে মধ্য মায়োসিন
	—সংগতি—	
	ডাগসাই স্তর	
	—অসংগতি—	
	সুবাথু স্তর·········	ইয়োসিন

—অসংগতি—

পশ্চিম হিমালয়ের জম্মু অঞ্চলে এবং পোটওয়ার মালভূমিতে নবজীবীয় কালের অতি সুসম্পূর্ণ এক স্তরক্রমের উদ্‌ভেদ রহিয়াছে। বিশেষত, উর্ধ্ব নবজীবীয় সিবালিক গোষ্ঠীর ইহা আদর্শ ভূমি। স্তরক্রমটি নিম্নরূপ ঃ

সিবালিক গোষ্ঠী	উর্ধ্ব শ্রেণী	প্লেইসটোসিন
	মধ্য শ্রেণী	প্লায়োসিন
	নিম্ন শ্রেণী	উর্ধ্ব মায়োসিন হইতে নিম্ন প্লায়োসিন

—(?) সংগতি—

মুরী শ্রেণী	উর্ধ্ব সোপান	মধ্য মায়োসিন
	নিম্ন সোপান	নিম্ন মায়োসিন
	ভোম সোপান (ফতে জং)	

—অসংগতি—

নিম্ন টার্শারী গোষ্ঠী	চারাত সোপান	নিম্ন হইতে মধ্য ইয়োসিন
	পার্বত্য চুনাপাথর সোপান	
	অজৈবিক সেল ও লোহময় ল্যাটেরাইট	প্যালিওসিন

উক্ত স্তরক্রমের মধ্যে নিম্নতম অজৈবিক সোপানটিকে নিম্ন রাণীকোট শ্রেণীর, পার্বত্য চুনাপাথর সোপানকে লাকি শ্রেণীর ও চারাত্ সোপানকে লাকি ও কীরথরের (আংশিক) সমসাময়িক বলিয়া মনে করা হয়। মুরী শ্রেণীর অধিকাংশই সিন্ধু অঞ্চলের গজ শ্রেণীর সমসাময়িক। সিবালিক গোষ্ঠীর অধিকাংশই মাঞ্চার শ্রেণীর সমসাময়িক।

(ঙ) লবণ পর্বতের নবজীবীয় স্তরক্রম ঃ

মধ্যজীবীয় স্তরের উপর অসংগতির ব্যবধানে বিন্যস্ত একটি দীর্ঘ নবজীবীয় স্তরক্রম পশ্চিম পাঞ্জাবের লবণ পর্বতে দেখিতে পাওয়া যায় ; উহা অসম্পূর্ণ হইলেও উল্লেখযোগ্য ঃ

কোয়াটারণারি গোষ্ঠী		প্লেইসটোসিন ও হলোসিন
	—অসংগতি—	
উর্ধ্ব টার্শারী গোষ্ঠী	সিবালিক গোষ্ঠী (সেল, বেলেপাথর, গ্রীট ও কংগ্লোমারেট)	উর্ধ্ব মায়োসিন হইতে নিম্ন প্লেইসটোসিন
	মুরী শ্রেণী (সেল, বেলেপাথর, কংগ্লোমারেট)	নিম্ন ও মধ্য মায়োসিন
	—অসংগতি—	
নিম্ন টার্শারী গোষ্ঠী	ভদ্রার স্তর	নিম্ন ইয়োসিন (লাকি পর্যায়)
	সকেসর চুনাপাথর	
	নম্মল চুনাপাথর ও সেল	
	পাতালা সেল	প্যালিওসিন (রাণীকোট পর্যায়)
	খয়রাবাঁদ চুনাপাথর	
	ঢাক পাস স্তর	
	—অসংগতি—	
	ক্রীটেশাস গোষ্ঠী	

9·4 সিবালিক গোষ্ঠী (Siwalik System)

(ক) সাধারণ পরিচয়—হিমালয়ের পাদদেশে অবস্থিত হরিদ্বারের নিকটবর্তী সিবালিক পর্বত হইতে এই স্তরগোষ্ঠীর নামকরণ হইয়াছে। মায়োসিন উপযুগের প্রায় মাঝামাঝি হিমালয়-গিরিজনির তৃতীয় বা প্রধান পর্বে বিরাট ভূসংক্ষোভ দেখা দেয়। ইহার ফলে হিমালয় পর্বত প্রায় উহার বর্তমান আকার লাভ করে। উহার ঠিক দক্ষিণেই একটি লম্বা সংকীর্ণ খাতের (trough-like basin) সৃষ্টি হয়। হিমালয়ের প্রায় সমগ্র দৈর্ঘ্য বরাবর বিস্তৃত এই অববাহিকাটিতে উত্তরের উন্নীয়মান নবজাত পর্বতমালার খরস্রোতা নদীগুলি কর্করীয় পললের অবক্ষেপণ সুরু করে। অবক্ষেপণের সাথে সাথে

অববাহিকার বক্ষও ক্রমাগত নমিত হইতে থাকে। এইভাবে রচিত হয় ঊর্ধ্ব নবজীবীয় কালের (মধ্য মায়োসিন হইতে নিম্ন প্লেইসটোসিন) এক ১৬ হইতে ১৮ হাজার ফুট গভীর স্তরক্রম। নবজীবীয় কালের শেষের দিকে কয়েকটি ভূসংক্ষোভের দ্বারা ইহারা পর্বতাকারে উন্নীত হয়। এই সিবালিক স্তরগোষ্ঠী প্রধানত মোটা, মাঝারি ও মিহি দানার কর্করীয় অবক্ষেপ (যেমন— বেলেপাথর, গ্রীট, কংগ্লোমারেট, ছদ্ম-কংগ্লোমারেট [pseudo-conglomerates], পলিপাথর এবং ক্লে শিলা) দ্বারা গঠিত। ইহার মধ্যে উপস্তরায়ণের অনেক নিদর্শন আছে এবং বেশ কিছু লৌহময় উপাদান বর্তমান। সুস্পষ্টরূপে সিবালিক গোষ্ঠী একটি স্বাদুজলজ অবক্ষেপ। শৈল উপাদান পরীক্ষা করিলে দেখা যায় প্রাচীনতর পর্যায়ের গ্র্যানিট শিলা ও অন্যান্য শিলাস্তরের ক্ষয়লব্ধ কর্করই এই অবক্ষেপের উৎস। সিবালিক স্তরের সহিত প্রাক্-সিবালিক স্তরের সংযোগ-তল অনেক সময় একটি সংঘট্ট দ্বারা চিহ্নিত। সাধারণত ইহাকে প্রধান সীমারেখা চ্যুতি (Main Boundary Fault) বলা হয়। ইহা ছাড়া সিবালিক গোষ্ঠীর ভিতরে স্রংস, ভাঁজ, সংঘট্ট ইত্যাদি নানাপ্রকার বিপর্যয়সূচক গাঠনিক বৈশিষ্ট্যের নিদর্শন বহুল পরিমাণে বর্তমান। সিবালিক স্তরের স্তন্যপায়ী-জীবাশ্ম-সম্পদ বিশ্ববিশ্রুত। এই সকল স্তন্যপায়ী অবশেষের মধ্যে বহু সার্থক আঞ্চলিক জীবাশ্ম (zone-fossil) আছে এবং সিবালিক স্তরের শ্রেণীবিভাগে উহারা যথেষ্ট সহায়তা করিয়াছে। অন্তর্ভুক্ত শৈল উপাদানের প্রকৃতি এবং প্রাণিকুলের পরিচয় বিবেচনা করিলে প্রতীয়মান হয় যে সিবালিক পললক্ষেপণের অধিকাংশ সময়েই সংশ্লিষ্ট অঞ্চলের জলবায়ু উষ্ণ এবং আর্দ্র প্রকৃতির ছিল। ঊর্ধ্ব সিবালিক উপযুগে অবশ্য সিবালিক বলয়ের জলবায়ু হিমশীতল হইয়া যায়। হিমালয়ের পাদদেশে সিবালিক বলয় পূর্বে ব্রহ্মপুত্র হইতে প্রায় একটানা ভাবে পশ্চিমে জম্মু (পোটওয়ার) পর্যন্ত বিস্তৃত। পূর্বপ্রান্তে ইহাকে আসাম ও বর্মাতে (ইরাওয়াদি গোষ্ঠী) এবং পশ্চিমপ্রান্তে ইহাকে সিন্ধু ও বেলুচিস্তানে (মাঞ্চার ও মেকরাণ শ্রেণী) দেখিতে পাওয়া যায়। এই দীর্ঘ অঞ্চলে সিবালিক অবক্ষেপের প্রকৃতিগত ঐক্য প্রকৃতই উল্লেখযোগ্য। কেহ কেহ পূর্বে অনুমান করিয়াছিলেন যে আসাম হইতে পাঞ্জাব পর্যন্ত প্রবাহিত একটি দীর্ঘ 'সিবালিক' (Siwalik or Indobrahm) নদীর অববাহিকায় এই পললস্তরের অবক্ষেপণ হইয়াছিল। কিন্তু এই ধারণা আধুনিক কালে অচল হইয়াছে। এখন মনে করা হয়, যে নদীগুলি সিবালিক পলল অবক্ষিপ্ত করিয়াছে তাহারা প্রধানত উত্তরের হিমালয়-পর্বত হইতে দক্ষিণাভিমুখে প্রবাহিত হইয়াছিল; কিছু নদী সম্ভবত দক্ষিণের ভারতীয় উপদ্বীপ ভূখণ্ড হইতেও পলল সংগ্রহ করিয়া উত্তরাভিমুখে প্রবাহিত হইয়া সিবালিক অববাহিকায়

অবক্ষেপণ ঘটাইয়া থাকিতে পারে। গভীর কূপ হইতে প্রাপ্ত তথ্যের ভিত্তিতে অনেকেই মনে করেন সিবালিক স্তর ইহার দক্ষিণ সীমানার পরেও সিন্ধু-গাঙ্গেয় সমভূমির অন্তঃস্তরে অনেক দূর পর্যন্ত বিস্তৃত।

(খ) **শ্রেণীবিভাগ**—সিবালিক স্তরের আদর্শভূমি জম্মু অঞ্চলের পোটওয়ার মালভূমি। পোটওয়ার মালভূমি দক্ষিণে লবণ পর্বত ও উত্তরে মুরী পর্বত (জম্মুর পর্বতশ্রেণী) দ্বারা সীমায়িত। পোটওয়ার একটি দ্রোণীর ন্যায় অববাহিকা (trough-like basin)। প্রকৃতপক্ষে উহাকে বৃহত্তর সিবালিক অববাহিকা-খাতের পশ্চিমান্ত বিস্তৃতি বলিয়া বিবেচনা করা যায়। যাহা হউক, এই আদর্শভূমি পোটওয়ারে সিবালিক গোষ্ঠীকে তিনটি শ্রেণীতে (ঊর্ধ্ব, মধ্য ও নিম্ন) বিভক্ত করা হইয়াছে। প্রত্যেকটি শ্রেণী আবার দুইটি সোপানে বিভক্ত। শ্রেণীবিভাগটি নিম্নে প্রদত্ত হইল (জি, পিলগ্রিম, ১৯১০—৩৪ ; জি, লিবিস, ১৯৩৭ কর্তৃক পরিবর্তিত) ঃ

সিবালিকের শ্রেণীবিভাগ প্রধানত শৈল উপাদানের ভিত্তিতেই সুরু করা হইয়াছিল। ক্রমশ দেখা যায় যে বিভিন্ন সোপান ও শ্রেণীগুলির শৈল উপাদানের পার্শ্বিক রূপভেদ (lateral facies change) একটি প্রধান অন্তরায়। অতঃপর অধিকাংশ শ্রেণী ও সোপানগুলিকে আঞ্চলিক স্তন্যপায়ী জীবাশ্মের দ্বারা চিহ্নিত করায় উক্ত শ্রেণীবিভাগের ভিত্তি অপেক্ষাকৃত সুদৃঢ় হইয়াছে। সাম্প্রতিক কালে পরীক্ষার দ্বারা সিবালিক গোষ্ঠীর মধ্যে কয়েকটি গাঠনিক অসংগতি আবিষ্কৃত হওয়ার ফলে সিবালিক গোষ্ঠীর শ্রেণীবিভাগের উপর নূতন আলোকপাত সম্ভব হইয়াছে। ঊর্ধ্ব সিবালিক ও মধ্য

সিবালিকের মধ্যে একটি অসংগতি এবং ঊর্ধ্ব সিবালিকের নিম্ন ও ঊর্ধ্ব সোপানের মধ্যে একটি অসংগতি নিশ্চিতরূপে প্রমাণিত হইয়াছে। নিম্ন সিবালিকের নিম্ন প্রান্তে অর্থাৎ মুরী ও সিবালিকের মধ্যে একটি সম্ভাব্য অসংগতির উপস্থিতি অনুমান করা হইয়াছে। উপরোক্ত তালিকাটি সিবালিক শ্রেণীবিভাগের আধুনিকতম রূপ।

(গ) **স্তরবর্ণনা :**

কামলিয়াল সোপান (Kamlial Stage)—সিবালিকের বিভিন্ন সোপানগুলির নামকরণ করা হইয়াছে পোটওয়ার অঞ্চলের স্থানীয় নাম হইতে। খাউর তৈলখনি অঞ্চলের কামলিয়াল নামক স্থান হইতে কামলিয়াল সোপানের নাম রাখা হইয়াছে। সাধারণত দেখা যায় যে নিম্নস্থ মুরী শ্রেণীর ঊর্ধ্বস্তর ক্রমশ আসিয়া কামলিয়াল সোপানের সহিত মিশিয়া গিয়াছে। উভয়ের মধ্যে কোন গাঠনিক অসংগতি বা বড় রকমের উপাদানগত বৈষম্য পরিলক্ষিত হয় না। অবশ্য সাম্প্রতিক কালে এই সীমানা সংগতিপূর্ণ কিনা সে-বিষয়ে সন্দেহ প্রকাশ করা হইয়াছে। সিমলার নিম্ন হিমালয় অঞ্চলে এই সীমানাটি চ্যুতিগ্রস্ত। শক্ত লালচে রঙের বেলেপাথর, ক্লে-গোলক-সমন্বিত ছদ্ম-কংগ্লোমারেট এবং লালাভ সেল শিলায় কামলিয়াল সোপান প্রধানত গঠিত। নিম্নস্থ মুরী শ্রেণী অপেক্ষা এই সোপানের অবক্ষেপ অপেক্ষাকৃত মিহি। ঊর্ধ্বস্থ চিঞ্জি স্তরের তুলনায় কামলিয়াল সোপানের সেল অধিকতর লাল। গভীরতা প্রায় ৫৫০′। কামলিয়াল সোপানের কয়েকটি মেরুদণ্ডী জীবাশ্ম : (হস্তী)—**ডাইনোথেরিয়াম** (*Dinotherium*), **ট্রাইলফোডন** (*Trilophodon*) ; (কাঁনিভোরা)—**অ্যামফিশাওন** (*Amphicyon*) ; (আর্টিওড্যাকটাইলা)—**লিষ্ট্রিওডন** (*Listriodon*), **প্যালিওকিরাস** (*Palacochœrus*)। কামলিয়াল সোপানের বয়স মধ্য হইতে ঊর্ধ্ব মায়োসিন।

চিঞ্জি সোপান (Chinji Stage)—পর্যায়িত ধূসরবর্ণ বেলেপাথর এবং উজ্জ্বল লাল সেল শিলায় এই সোপান গঠিত। ইহার গভীরতা ১৫০০ হইতে ৫৫০০ ফুট পর্যন্ত হইতে পারে। কিছু সরীসৃপ ও একটি অমেরুদণ্ডী (**ইউনিও**, *Unio*) সমেত বহু গুরুত্বপূর্ণ স্তন্যপায়ী জীবাশ্ম এই সোপানের মধ্যে পাওয়া গিয়াছে : (প্রাইমেট)—**শিবপিথেকাস** (*Sivapithecus*), **ড্রায়োপিথেকাস** (*Dryopithecus*), **ব্রমপিথে-কাস** (*Bramapithecus*) ইত্যাদি ; (কাঁণিভোরা)—**ডিসপসালিস** (*Dissopsalis*), **মার্টিস** (*Martes*), **ইওমেলিভোরা** (*Eomellivora*), **সিভালিকটিস** (*Sivalictes*) ইত্যাদি ; (হস্তী)—**ডাইনো-**

থেরিয়াম (*Dinotherium*), **ট্রাইলফোডন** (*Trilophodon*), **সেরিডেন্টিনাস** (*Seridentinus*), **স্টেগোলফোডন** (*Stegolophodon*) ইত্যাদি ; (পেরিসোড্যাকটাইলা)—**হিপারিয়ন** (*Hipparion*), **ম্যাক্রোথেরিয়াম** (*Macrotherium*), **গেণ্ডাথেরিয়াম** (*Gaindatherium*), **অ্যাশেরাথেরিয়াম** (*Aceratherium*) ইত্যাদি ; (আর্টিওড্যাকটাইলা)—**কনোহায়াস** (*Conohyus*), **লিস্ট্রিওডন** (*Listriodon*), **প্রোপোট্যামোকিরাস** (*Propotamochœrus*), **ডাইকরিফোকিরাস** (*Dicoryphochœrus*), **স্যানিথেরিয়াম** (*Sanitherium*), **হায়োবুপ্স্** (*Hyoboops*), **হেমিমেরিক্স** (*Hemimeryx*), **ডোরকাবিউন** (*Dorcabune*), **ডোরকাথেরিয়াম** (*Dorcatherium*), **জিরাফোকেরিক্স** (*Giraffokeryx*), **জিরাফা** (*Giraffa*) ইত্যাদি।

প্রাচীনতর স্তরে অনুপস্থিত অনেক নূতন জীবাশ্মের আবির্ভাব দ্বারা চিঞ্জি স্তর চিহ্নিত ; যেমন—প্রাইমেট, **ষ্টেগোলফোডন, জিরাফা** ইত্যাদি অনেক কিছু। ইহাদের মধ্যে সবচেয়ে গুরুত্বপূর্ণ জীবাশ্ম অশ্বদলভুক্ত **হিপারিয়ন**। ইহা উত্তর আমেরিকা হইতে বিচরণ করিয়া ভারতে আসিয়াছিল। প্রধানত ইহার ভিত্তিতে চিঞ্জি সোপানের বয়স নিম্নতম প্লায়োসিন বলিয়া স্থির করা হইয়াছে।

নাগ্রি সোপান (Nagri Stage)—চিঞ্জি সোপানের নিম্ন বা ঊর্ধ্ব প্রান্তে কোন গাঠনিক অসংগতি দেখা যায় না। ইহার উপর সংগত ভাবে অবস্থিত নাগ্রি সোপানটিকে স্তরীয় অবস্থান হইতে নিম্ন প্লায়োসিন বয়সের বলিয়া বিবেচনা করা যায়। হলদেটে রঙের শক্ত বেলেপাথর এবং অল্প ক্লে ও সেল শিলায় এই সোপান গঠিত। নিম্নস্থ চিঞ্জি বা ঊর্ধ্বস্থ ধোক পাঠান সোপানের তুলনায় নাগ্রি সোপান অপেক্ষাকৃত জীবাশ্ম-বিরল। চিঞ্জি সোপানের অনেক জীবাশ্মই এই সোপানেও বর্তমান। **হিপারিয়ন, জিরাফোকেরিক্স, লিস্ট্রিওডন, অ্যাশেরাথেরিয়াম** ইত্যাদি নাগ্রি স্তরের কয়েকটি জীবাশ্ম।

ধোক পাঠান সোপান (Dhok Pathan Stage)—ইহা নাগ্রি সোপানের উপর সংগতিপূর্ণভাবে বিন্যস্ত। প্রধানত লালচে বেলেপাথর, সেল, ক্লে, পলিপাথর এবং কিছু কাঁকর স্তরের (gravel) দ্বারা এই সোপান গঠিত। মধ্য সিবালিক শ্রেণীর গভীরতা দক্ষিণ অভিমুখে ক্রমাগত হ্রাস পায়। ইহা হইতে প্রতীয়মান হয় যে উৎসাঞ্চলটি উত্তর-পশ্চিমে অবস্থিত ছিল। ধোক পাঠান সোপানটি অন্যান্য সিবালিক সোপান অপেক্ষা

জীবাশ্ম-সম্পদে অধিকতর ঐশ্বর্যপূর্ণ। পূর্বে ধোক পাঠান মেরুদণ্ডীকুলকে পিকার্মির (গ্রীস) প্রাণিকুলের সহিত সাধারণ সাদৃশ্যের ভিত্তিতে তুলনা করিয়া এই সোপানের বয়স নিম্ন প্লায়োসিন বলিয়া স্থির করা হইয়াছিল। কিন্তু পরে **হিপারিয়ন**-জীবাশ্মের ভিত্তিতে চিঞ্জি সোপানের বয়স নিম্ন প্লায়োসিন রূপে সংশোধিত হওয়ায় এবং ধোক পাঠানের অশ্ব এবং জিরাফকুল পিকার্মির সঙ্গিকুল অপেক্ষা উন্নত এবং অগ্রসর বলিয়া প্রকাশ পাওয়ায়, এখন ধোক পাঠান সোপানের বয়স মধ্য প্লায়োসিন বলিয়া গণ্য হইয়াছে। ধোক পাঠান সোপানের শীর্ষে একটি ক্ষয়জাত অসংগতি বর্তমান। অনুমান করা হয় যে প্লায়োসিন উপযুগান্তিক ক্ষয়ের প্রভাবে ঊর্ধ্ব প্লায়োসিন স্তর সিবালিক স্তরক্রম হইতে অপসারিত হইয়াছে। চিঞ্জি ও নাগ্রি সোপানের **হিপারিয়ন**াদি বহু জীবাশ্ম ধোক পাঠান স্তরের উপরে আর পাওয়া যায় না। কয়েকটি উল্লেখযোগ্য ধোক পাঠান জীবাশ্ম ঃ—

(প্রাইমেট)—**ম্যাককাস** (*Macacus*), **শিবপিথেকাস** (*Sivapithecus*) ; (রডেন্‌শিয়া)—**রাইজোমিস** (*Rhizomys*), **হিসট্রিক্স** (*Hystrix*) ; (কার্ণিভোরা)—**অ্যাগ্রিওথেরিয়াম** (*Agriotherium*), **ইণ্ডার্কটস** (*Indarctos*), **ক্রকিউটা** (*Crocuta*), **সিভাওনিক্স** (*Sivaonyx*), **মেলিভোরোডন** (*Mellivorodon*) ইত্যাদি ; (হস্তী)—**ডাইনোথেরিয়াম** (*Dinotherium*), **ট্রাইলফোডন** (*Trilophodon*), **ষ্টেগোলফোডন** (*Stegolophodon*), **ষ্টেগোডন** (*Stegodon*) ইত্যাদি ; (পেরিসোড্যাকটাইলা)—**হিপারিয়ন** (*Hipparion*), **রাইনোশিরাস** (*Rhinoceros*), **অ্যাশেরাথেরিয়াম** (*Acerathe-rium*) ইত্যাদি ; (আর্টিওড্যাকটাইলা)—**সুস** (*Sus*), **টেট্রাকনোডন** (*Tetraconodon*), **লিষ্ট্রিওডন** (*Listriodon*), **কিরোমেরিক্স** (*Chœromeryx*), **হিপোপোটেমাস** (*Hippopotamus*), **ট্র্যাগুলাস** (*Tragulus*), **ডোরকাথেরিয়াম** (*Dorcatherium*), **সার্ভাস** (*Cervus*), **বসিল্যাফাস** (*Boselaphus*), **প্রোলেপ্টোবস** (*Proleptobos*), **জিরাফা** (*Giraffa*) ইত্যাদি। উক্ত জীবাশ্ম-তালিকার মধ্যে কয়েকটি এই সোপানে প্রথম আবির্ভূত হয় এবং অনেকগুলিকেই এই সোপানের উপরে আর পাওয়া যায় না।

ট্যাট্রট-পিঞ্জর সোপান (Tatrot-Pinjohr Stage)—ট্যাট্রট সোপানটিকে পূর্বে পিঞ্জর সোপান অপেক্ষা প্রাচীনতর একটি পৃথক্ সোপান গণ্য করা হইত। এখন উহাদের উভয়কে একই সোপানভুক্ত বলিয়া অনেকে মনে করেন। কারণ উহাদের মধ্যবর্তী সীমানায় কোন পরিবর্তন সুস্পষ্ট নহে এবং

উহারা সম্ভবত একই পাললিক চক্রের (sedimentary cycle) অন্তর্ভুক্ত। ট্যাট্রট স্তরটি কংগ্লোমারেট, বেলেপাথর এবং ক্লে শিলায় গঠিত। ভূমিস্তরে প্রায় সকল সময়ই মোটা দানার কংগ্লোমারেট দেখিতে পাওয়া যায়। প্রায়োসিনের শেষে অনেক বলিজাত (originating from folds) অববাহিকার সৃষ্টি হয়, ট্যাট্রট স্তর এইরূপ অববাহিকায় অবক্ষিপ্ত হয়। ইহার নিম্ন প্রান্তে সুস্পষ্ট অসংগতি আছে। এই স্তরে প্রাপ্ত হস্তী-জীবাশ্ম **পেন্টালফোডন** (*Pentalophodon*), অশ্ব-জীবাশ্ম **ইকোয়াস সিভালেনসিস** (*Equus sivalensis*) ইত্যাদি নিম্ন প্লেইসটোসিন বয়স নির্দেশ করে।

পিঞ্জর স্তরটি ট্যাট্রট অপেক্ষা ঈষৎ নবীনতর হইতে পারে। ইহা নুড়িস্তর ও মোটা বেলেপাথর অবক্ষেপে গঠিত। গোলাপী রঙের পলিপাথর এবং বিচিত্র বর্ণের বেলেপাথর এই স্তরে অনেক পাওয়া যায়। কিছু ক্লে শিলাস্তরও বর্তমান আছে এবং সেগুলি জীবাশ্ম-বহুল। পিঞ্জর সোপানের প্রাণিকুল খুব ঐশ্বর্যময়। কয়েকটি উল্লেখযোগ্য জীবাশ্ম : (প্রাইমেট)—**পেপিও** (*Papio*), **সিমিয়া** (*Simia*), **সেমনোপিথেকাস** (*Semnopithecus*) ; (রডেনশিয়া)—**নেসোকিয়া** (*Nesokia*), **রাইজোমিস** (*Rhizomys*) ইত্যাদি ; (কার্নিভোরা)—**কেনিস** (*Canis*), **ফেলিস** (*Felis*), **ভিভেরা** (*Viverra*), **লুত্রা** (*Lutra*), **সিনিক্টিস** (*Sinictis*), **মেলিভোরা** (*Mellivora*), ইত্যাদি ; (হস্তী)—**পেন্টালফোডন** (*Pentalophodon*), **আর্কিডিস্কোডন** (*Archidiskodon*), **হিপসেলিফাস** (*Hypselephas*), **ষ্টেগোডন** (*Stegodon*) ইত্যাদি ; (আর্টিওড্যাকটাইলা)—**পোটামোকিরাস** (*Potamochœrus*), **ক্যামেলাস** (*Camelus*), **শিবথেরিয়াম** (*Sivatherium*), **বস** (*Bos*), **বাইসন** (*Bison*) ইত্যাদি। জীবাশ্মের ভিত্তিতে পিঞ্জর সোপানের বয়স নিম্ন প্লেইসটোসিন বলিয়া স্থির করা হইয়াছে।

তাবি অথবা বোল্ডার কংগ্লোমারেট সোপান (Tawi or Boulder Conglomerate Stage)—পিঞ্জর কালের শেষে গিরিজনি ও বিপর্যয় দেখা দিয়াছিল। এই কারণে ট্যাট্রট-পিঞ্জর সোপানের ঊর্ধ্ব প্রান্তে অসংগতি বর্তমান। পরবর্তী স্তর বোল্ডার কংগ্লোমারেট। সিবালিকের অনেক কংগ্লোমারেট স্তরকেই অসতর্ক ভাবে এই নামে অভিহিত করা হইয়াছে। কিন্তু প্রকৃত বোল্ডার কংগ্লোমারেট স্তরটি পিঞ্জরোত্তর অসংগতির উপরে বিন্যস্ত, উহার নাম লাই কংগ্লোমারেট এবং গভীরতা প্রায় ৩০০ ফুট। সম্প্রতি ইহার নাম দেওয়া হইয়াছে তাবি সোপান। এই সোপানের উপাদান হইল সদ্য-উত্থিত পীরপাঞ্জাল পর্বত ও অন্যান্য পর্বত হইতে ক্ষয়লব্ধ

মোটা কর্করীয় অবক্ষেপ। কংগ্লোমারেট ছাড়া কিছু পলিপাথর স্তর এবং বায়ুবাহিত অবক্ষেপও (যেমন—লোয়েস) এই সোপানে বর্তমান। কংগ্লোমারেটের মধ্যে হিমঘর্ষিত গণ্ডশিলা এবং মসৃণ পার্শ্ববিশিষ্ট উপল-নুড়ির উপস্থিতি হিমক্রিয়ার সাক্ষ্য বহন করে। বস্তুত, আলোচ্যমান সোপানটি প্লেইসটোসিন হিমযুগের অবক্ষেপ। সেইজন্য ইহার মধ্যে জীবাশ্ম বিশেষ পাওয়া যায় না। পূর্ববর্তী কালের সমৃদ্ধ প্রাণিকুল হিমশৈত্যের প্রভাবে বিলুপ্ত (extinct) হয় অথবা দেশত্যাগ (migration) করে। অবশ্য এই সোপানে বোল্ডার কংগ্লোমারেটের মধ্যে প্রাগৈতিহাসিক মানবের চিহ্ন পাওয়া যায়। অনুমান করা হয় যে এই সোপানটি মধ্য প্লেইসটোসিন কালের দ্বিতীয় হিমপর্যায়ে (second glacial) উৎপন্ন হইয়াছিল। বোল্ডার কংগ্লোমারেট সোপানের শীর্ষপ্রান্তে একটি অসংগতি লক্ষ্য করা যায়। ইহা গিরিজনির প্রভাব-সূচক। এই গিরিজনি পর্যায়ে কালাচিটা পর্বত উত্থিত হয়। এই অসংগতির উপরে পাওয়া যায় পোটওয়ার মালভূমির সর্বোচ্চ স্তর—ঊর্ধ্ব প্লেইসটোসিন কালের পোটওয়ার পলিপাথর ও লোয়েস সোপান (Potwar Silt and Loess Stage)। এই মিহি দানার, স্তরিত (laminated), পলি ও লোয়েস সদৃশ অবক্ষেপটি আংশিক রূপে বায়ুজাত হইলেও, প্রধানত হ্রদজাত ও নদীজাত। ইহা সম্ভবত তৃতীয় হিমপর্যায়ের অবক্ষেপ। এই সোপানটি বহিঃসিবালিক স্তর অর্থাৎ ইহা সিবালিক গোষ্ঠীর বহির্ভূত।

ঊর্ধ্ব সিবালিক শ্রেণীর ঊর্ধ্ব সোপান তাবির সমসাময়িক **ক্যারেবা সংঘ** (Karewa Formation) কাশ্মীর অঞ্চলের একটি উল্লেখযোগ্য শিলাস্তর। ক্যারেবাকে হ্রদজাত অবক্ষেপ বলিয়া বিশ্বাস করা হইত। কিন্তু ইহার কিছু অংশ (বিশেষত নিম্নাংশ) সম্ভবত নদীজাত। ক্যারেবা সংঘের অনুক্রম :

ঊর্ধ্ব ক্যারেবা	অবিন্যস্ত খণ্ডশিলাস্তর (erratics), বেলে স্তর, ক্লে ইত্যাদি (জীবাশ্ম-যুক্ত)
	দ্বিতীয় হিমপর্যায়
	—অসংগতি—
নিম্ন ক্যারেবা	বেলেপাথর, ক্লে, কাঁকর (খোলক ও উদ্ভিদ-যুক্ত)
	প্রথম হিমপর্যায়
	কংগ্লোমারেট, অঙ্গারময় সেল, লিগনাইট (হস্তী ও গণ্ডারের জীবাশ্ম-যুক্ত)
	হিমপূর্ব স্তর (পক্ষী-মৎস্য-উদ্ভিদ-যুক্ত)
	—অসংগতি—
	ট্রায়াসিক বা প্রাচীনতর স্তর

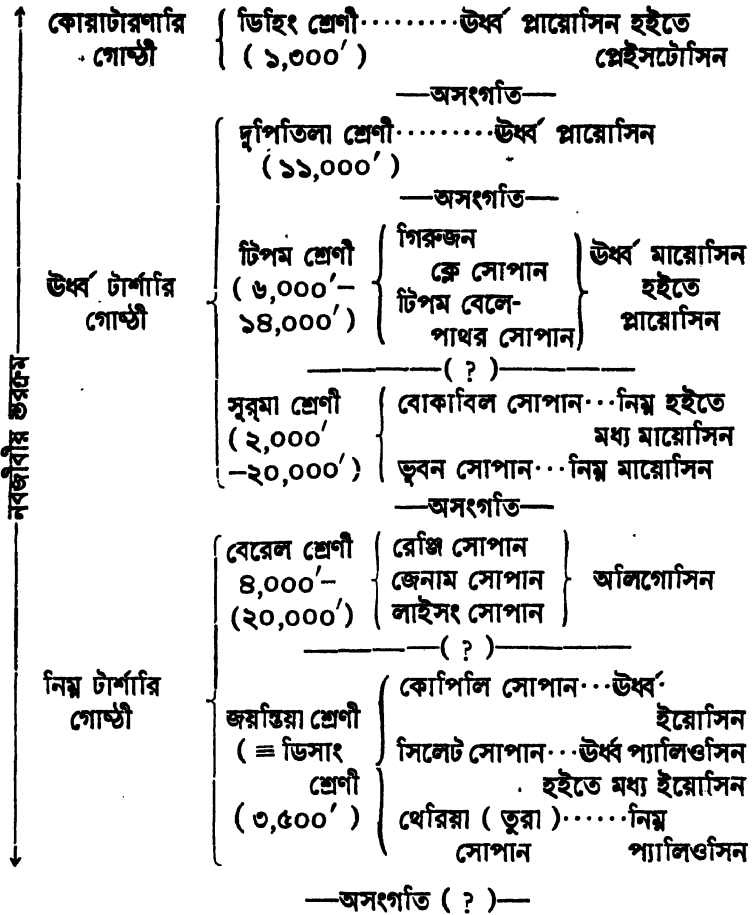
ক্যারেবা সংঘের বয়স মধ্য প্লেইসটোসিন। ক্যারেবা-উত্তর যুগে পীরপাঞ্জাল পর্বতের শেষ উত্থান পর্ব দেখা দেয়।

(ঘ) **সিবালিক গোষ্ঠীর ভূতত্ত্বীয় বয়স**—সিবালিক গোষ্ঠী একটি স্বাদুজলজ মহাদেশীয় অবক্ষেপ, ইহা সামুদ্রিক জীবাশ্ম-বিহীন। এই কারণে ইহার নির্ভুল বয়ঃসীমা নির্ধারণ করা কঠিন। যাহা হউক, সমৃদ্ধ স্তন্যপায়ী প্রাণিকুলের উপস্থিতি হইতে ইহার বিভিন্ন অংশের বয়স নির্ধারণ করা সম্ভব হইয়াছে। চিঞ্জি ও ট্যাট্রট-পিঞ্জর এই দুইটি সোপানের প্রাচীনতা ও পারম্পর্য যথাযথভাবে নির্ণীত হইলে সমগ্র সিবালিক গোষ্ঠীর বয়সের সমস্যা অপেক্ষাকৃত সরল হইয়া যায়। পূর্বে বিশেষজ্ঞগণ গ্রীসের পিকার্মি স্তরের প্রাণিকুলের সহিত মধ্য সিবালিক প্রাণিকুলের তুলনা করিয়া বয়স নির্ধারণের চেষ্টা করেন; কারণ সেখানে নিম্ন প্লায়োসিন কালের সংশ্লিষ্ট সামুদ্রিক জীবাশ্ম দ্বারা মেরুদণ্ডী প্রাণিকুলের বয়স স্থির করা সহজ। কিন্তু পরে প্রমাণিত হয় যে তুলনাটি সার্থক হয় নাই। কারণ পিকার্মি প্রাণিকুল এবং মধ্য সিবালিক প্রাণিকুল বহুলাংশে সদৃশ ও তুলনীয় হইলেও উহারা ঠিক সমসাময়িক নহে। সেইজন্য ভৌম প্লায়োসিন যুগের নির্দেশক অশ্ব **হিপারিয়নের** এবং ভৌম প্লেইসটোসিন যুগের অশ্ব **ইকোয়াসের** সাহায্য লওয়া হয়। প্রথম জীবাশ্মটি চিঞ্জি সোপানে পাওয়া যায় বলিয়া, ঐ সোপানের বয়স সংশোধন করিয়া বর্তমানে নিম্ন প্লায়োসিন বলিয়া স্থির করা হইয়াছে। সংশ্লিষ্ট কয়েকটি জীবাশ্মও এই সিদ্ধান্তকে সমর্থন করে। ইহারই অনুসিদ্ধান্ত রূপে স্থির করা হইয়াছে যে সংগতিপূর্ণ ভাবে ইহার নিম্নে বিন্যস্ত কামলিয়াল শ্রেণীর সম্ভাব্য বয়স ঊর্ধ্ব মায়োসিন। দ্বিতীয় জীবাশ্মটি ট্যাট্রট স্তর হইতে পাওয়া গিয়াছে। সুতরাং ঐ স্তরের বয়স নিম্ন প্লেইসটোসিন বলিয়া স্থির করা হইয়াছে। হস্তী জীবাশ্ম এবং অন্যান্য অনেক বিশিষ্ট নিম্ন প্লেইসটোসিন জীবাশ্ম এই সিদ্ধান্ত সমর্থন করে। পরবর্তী তাবি স্তরের মধ্য প্লেইসটোসিন বয়স স্তরীয় অবস্থান এবং সংশ্লিষ্ট হৈম অবক্ষেপের সাহায্যে নির্ণয় করা হইয়াছে। ঊর্ধ্ব প্লায়োসিন স্তর ক্ষয়ের দ্বারা অপসারিত হইয়াছে এই তথ্যের ভিত্তিতে ধোক পাঠান সোপানের বয়স মধ্য প্লায়োসিন স্থির হইয়াছে। ধোক পাঠান প্রাণিকুল এই বয়স সমর্থন করে।

9·5 আসামের নবজীবীয় স্তরক্রম (Cainozoic strata of Assam)

(ক) **সাধারণ পরিচয়**:—আসাম অঞ্চলের প্রাচীনতম শিলাস্তর হইল আর্কিয়ান গোষ্ঠী। শিলং-এর বিস্তৃত মালভূমি ও উহার পূর্বদিকে অবস্থিত

মিকির পর্বত প্রধানত আর্কিয়ান শিলায় গঠিত। আর্কিয়ানোত্তর কালে আসামের ভূতত্ত্বীয় ইতিহাসে এক সুদীর্ঘ বিরতি রহিয়াছে। বহুকাল পরে ক্রীটেশাস যুগে সমুদ্রোচ্ছ্বাসের ফলে আসামে পুনরায় অবক্ষেপণ সুরু হয়। এই অবক্ষেপণ সমগ্র নবজীবীয় অধিযুগ ধরিয়া চলিয়াছে। তাই আসাম অঞ্চলে, বিশেষত আসামের পূর্বাংশে ও দক্ষিণাংশে নবজীবীয় কালের প্রায় সম্পূর্ণ স্তরক্রম দেখিতে পাওয়া যায়। মোটামুটিভাবে আসামে নবজীবীয় স্তরের দুইটি রূপ দেখিতে পাওয়া যায়—একটি মহীখাত-রূপ (geosynclinal facies) ও অপরটি মহীসোপান-রূপ (shelf facies)। প্রথমটিকে দেখা যায় প্রধানত উত্তর ও পূর্ব আসামে এবং দ্বিতীয়টিকে দেখা যায় প্রধানত দক্ষিণ আসামে। এই দুইটি স্তররূপ একটি সংঘট্টের প্রভাবে পরস্পরের সংলগ্ন হইয়াছে। ইহার নাম হাফলং-ডিসাং-সংঘট্ট (Halflong-Disang-Thrust)। উভয় স্তররূপের মধ্যবর্তী সীমানা এই স্রংসরেখার দ্বারা চিহ্নিত। এই স্রংসরেখার আয়াম উঃ পূঃ—দঃ পঃ অভিমুখে বিস্তৃত। ইহার পূর্ব পার্শ্বে ডিসাং শ্রেণীর উদ্‌ভেদ (মহীখাত-রূপ) এবং পশ্চিম পার্শ্বে জয়ন্তিয়া (মহীসোপান-রূপ) শ্রেণীর।

(খ) **স্তরক্রম** ঃ—আসামের শিলং মালভূমির দক্ষিণ প্রান্তে নবজীবীয় স্তরক্রমের ভূমিতে পাওয়া যায় নবক্রীটেশাস যুগের মহাদিক সোপান (মেষ্ট্রিক-শিয়ান) এবং তাহার উপরে বিন্যস্ত লংপার সোপান (ড্যানিয়ান, প্যালিওসিন)। উত্তর ও পূর্ব আসামে নবজীবীয় স্তরক্রমের নিম্নাংশে রহিয়াছে ডিসাং শ্রেণী, উহার নিম্ন পর্যায় সম্ভবত ঊর্ধ্ব নবক্রীটেশাস কালের। আসামের নবজীবীয় স্তরক্রম (মূলত পি, ইভান্‌স্‌, ১৯৩২) ঃ

(গ) **জয়ন্তিয়া শ্রেণী এবং ডিসাং শ্রেণী** (Jaintia Series and Disang Series)—ইহা আসামের শিলং মালভূমির দক্ষিণ ও পূর্ব প্রান্তে অবস্থিত। গারো, খাসি ও জয়ন্তিয়া পর্বতে ইহার ভালো উদ্‌ভেদ দেখা যায়। আসামের নবজীবীয় স্তরে যে শিলারূপভেদের কথা উল্লেখ করা হইয়াছে তাহা বিশেষভাবে ইয়োসিন শ্রেণীর (জয়ন্তিয়া-ডিসাং) পক্ষে প্রযোজ্য। জয়ন্তিয়া শ্রেণীর প্রায় সমসাময়িক উত্তর ও পূর্ব আসাম অঞ্চলের ডিসাং শ্রেণী। প্রথম স্তরটি ইয়োসিনের মহীসোপান-রূপ (shelf facies) এবং দ্বিতীয় স্তরটি

ইয়োসিনের মহীখাত-রূপ (geosynclinal facies)। যদিও শিলাচ্ছেদ পরীক্ষা করিয়া ঊর্ধ্ব নবক্রীটেশাস এবং নবজীবীয় স্তরক্রমের মধ্যে কোন সুস্পষ্ট গাঠনিক অসংগতি দেখা যায় না, তথাপি উহাদের জৈবিক বৈষম্যের ভিত্তিতে অনুমান করা হয় যে উক্ত সীমানায় একটি সাময়িক বিরতি বর্তমান থাকিতে পারে।

জয়ন্তিয়া শ্রেণী প্রায় ৩৫০০ ফুট গভীর একটি সামুদ্রিক স্তর। ইহা তিনটি সোপানে বিভক্ত। নিম্ন সোপান থেরিয়া (স্থানান্তরে তুরা সোপান) নিম্ন ও ঊর্ধ্ব দুইটি অনুসোপানে বিভক্ত। প্রথমটি প্রায় ২২৫ ফুট গভীর এবং চুনাপাথর ও ক্যালসিয় বেলেপাথরে গঠিত; দ্বিতীয়টি প্রায় ১০০ ফুট গভীর এবং শক্ত বেলেপাথরে গঠিত। থেরিয়া সোপান মোটামুটি ভাবে জীবাশ্ম-বিহীন এবং উহার বয়স স্তরীয় অবস্থান হইতে প্যালিওসিন বলিয়া স্থির করা হইয়াছে। গারো পর্বতে এই সোপানের সমসাময়িক তুরা বেলেপাথর সোপানের মধ্যে কয়লা স্তর আছে। মধ্য জয়ন্তিয়া বা সিলেট চুনাপাথর সোপানটিকে পাঁচটি অনুসোপানে বিভক্ত করা হইয়াছে। ঊর্ধ্বক্রমানুসারে (in ascending order) প্রথমে পাওয়া যায় (১) লাকাডোং চুনাপাথর (জীবাশ্মময়, গভীরতা ৫০০′) এবং তাহার উপরে (২) লাকাডোং বেলেপাথর (কয়লা-বাহী, গভীরতা ৮০′)। ইহারা উভয়ে ঊর্ধ্ব প্যালিওসিন বয়সের এবং সম্ভবত রাণীকোট স্তরের (সিন্ধু-বেলুচিস্তান) সহিত সমকালীন। কারণ ইহাদের মধ্যে নিম্নোক্ত জীবাশ্ম পাওয়া গিয়াছে—**মিসেলেনিয়া মিসেলা** (*Miscellanea miscella*), **নুম্মুলাইটিস সিন্দেনসিস** (*Nummulites sindensis*), **নুঃ থ্যালিকাস** (*N. thalicus*), **ডিসকোসাইক্লিনা রাণীকোটেনসিস** (*Discocyclina ranikotensis*), **জিপসিনা** (*Gypsina*), ক্যালসিয় অ্যাল্গি, ইত্যাদি। পরবর্তী অনুসোপান (৩) উমলাত্‌ডোহ্ চুনাপাথর (২০০′) হইতে পাওয়া গিয়াছে **নুম্মুলাইটিস** (*Nummulites*), **অ্যালভিওলিনা** (*Alveolina*), **ডিসকোসাইক্লিনা** (*Discocyclina*) ইত্যাদি; ইহার বয়স নিম্ন ইয়োসিন (বা লাকি)। পরবর্তী অনুসোপান দুইটি, (৪) নুরপুহ্ বেলেপাথর (৬০′) এবং (৫) প্রাং চুনাপাথর (৪০০′—৯০০′, জীবাশ্মময়), মধ্য ইয়োসিন কালভুক্ত (সম্ভবত কীরথর শ্রেণীর সমসাময়িক); শেষোক্ত অনুসোপানটিতে পাওয়া গিয়াছে **নুম্মুলাইটিস বিউমণ্টি** (*Nummulites beaumonti*), **নুঃ অব্‌টিউসাস** (*N. obtusus*), **অ্যাসাইলিনা প্যাপিলাটা** (*Assilina papillata*), **ডিসকোসাইক্লিনা সোয়ারবিআই** (*Discocyclina sowerbyi*), **অর্বিটোলাইটিস কম্‌প্লেনাটাস** (*Orbitolites

complanatus) ইত্যাদি। জয়ন্তিয়া শ্রেণীর ঊর্ধ্বতম সোপান কোপিলি (১,৫০০ ফুট) পর্যায়িত সেল-বেলেপাথর স্তরক্রমে (এবং মিশ্রিত ক্যালসিয় সেল ও ক্যালসিয় বেলেপাথরে) গঠিত। অন্যান্য ইয়োসিন ফোরামিনিফেরা ছাড়াও, দুইটি সূচক-জীবাশ্ম এই সোপানের মধ্যে পাওয়া যায়—**পেলাটি-স্পাইরা** (*Pellatispira*) এবং **হান্টকেনিনা** (*Hantkenina*); উহারা ঊর্ধ্ব ইয়োসিনের নির্দেশক।

হাফ্‌লং-ডিসাং সংঘট্ট রেখার পূর্বদিকে নাগা পর্বত, মণিপুর প্রভৃতি অঞ্চলে ডিসাং শ্রেণীর উদ্‌ভেদ দেখা যায়। ইহা একটি সুগভীর (১০,০০০ ফুট পর্যন্ত) অজৈবিক সেল অবক্ষেপ (ফ্লিশ্‌ ?); ইহার সহিত বেলেপাথরও মিশ্রিত আছে। ইহার ঊর্ধ্ব সীমা কোপিলি সোপানের সহিত একই পর্যায়ভুক্ত। ইহার নিম্ন সীমা সম্ভবত নবক্রীটেশাস-ভুক্ত; একটি সন্দেহজনক অ্যামোনাইট জীবাশ্ম ইহার নিম্নাংশ হইতে পাওয়া গিয়াছিল।

(ঘ) **বেরেল শ্রেণী** (Barail Series)—জয়ন্তিয়া এবং ডিসাং উভয় শ্রেণীর উপর বিন্যস্ত এই অলিগোসিন বেরেল শ্রেণী। ইহার নিম্নপ্রান্তে কোন সুস্পষ্ট গাঠনিক অসংগতি নাই, কিন্তু সামুদ্রিক জীবাশ্মময় জয়ন্তিয়া শ্রেণী ও স্বাদুজলজ, জীবাশ্ম-বিরল বেরেল শ্রেণীর মধ্যে জৈবিক ও শিলারূপগত বৈষম্য অতি পরিস্ফুট। বেরেল শ্রেণী আসাম অঞ্চলের একটি প্রধান তৈলবাহী স্তর; বিখ্যাত নাহোরকাটিয়া তৈলখনি এই স্তর হইতে তৈল আহরণ করে। বেরেল শ্রেণীর কয়লা-সম্পদও উল্লেখযোগ্য। এই স্তরশ্রেণীর মোট গভীরতা ৪,০০০ ফুট হইতে ১৯,৫০০ ফুট পর্যন্ত হইতে পারে। ইহা প্রধানত স্বাদুজলজ বেলেপাথরে গঠিত। উত্তর-পশ্চিম অভিমুখে বেলেপাথরের দানা ক্রমশ মোটা হইতে দেখা যায়। বেরেল শ্রেণীর মধ্যে কয়লা বা অঙ্গার-উপাদানের পরিমাণ উত্তর-পূর্ব অভিমুখে ক্রমশ বৃদ্ধি পায়। অনুমান করা হয় যে বেরেলের অবক্ষেপণ কালে স্থলভাগ অর্থাৎ উপকূল উত্তরের দিকে অবস্থিত ছিল। বেরেল শ্রেণীর মধ্যে জীবাশ্ম খুবই বিরল। কিছু ফোরামিনিফার অণুজীবাশ্ম, দু-একটি উদ্ভিদ ও অমেরুদণ্ডী খোলক [যেমন, **পিটার** (*Pitar*) বা **টেলিনা** (*Tellina*)] ইহার মধ্য হইতে পাওয়া গিয়াছে। এইসকল জীবাশ্ম এবং স্তরীয় অবস্থান বিবেচনা করিয়া বেরেল শ্রেণীর বয়স অলিগোসিন বলিয়া স্থির করা হইয়াছে।

স্তরক্রমের তালিকায় বেরেল শ্রেণীর যে উপবিভাগগুলির উল্লেখ করা হইয়াছে উহা কেবল দক্ষিণ আসামের পক্ষে প্রযোজ্য। শিলালক্ষণের (lithology) ভিত্তিতে উহারা নির্ধারিত হইয়াছে। লাইসং সোপান শক্ত, লঘু-স্তরায়িত (thin-bedded) বেলেপাথর এবং বেলে সেল দ্বারা গঠিত; জেনাম সোপান প্রধানত মৃন্ময়; এবং রেঞ্জি সোপান আবার নিঃস্তরায়িত

(massive) বেলেপাথর এবং বেলে সেল শিলায় গঠিত। উত্তর আসামেও বেরেল শ্রেণীকে তিন সোপানে বিভক্ত করা হয়, কিন্তু সেখানে শ্রেণীবিভাগের ভিত্তি হইল কয়লাস্তরের সীমা এবং অনুপাত। উর্ধ্বক্রমে এই তিনটি সোপানের নাম হইল নওগাঁও, বড়াগলোই এবং টিকক্ পর্বত। নওগাঁও সোপানে কয়লাস্তর বিশেষ নাই কিন্তু পরবর্তী সোপানদ্বয় কয়লা-বহুল। বড়াগলোই ও টিকক্ পর্বত সোপানের অন্তর্বর্তী সীমানা একটি বিশিষ্ট গভীর কয়লাস্তরের ভূমিপ্রান্তে চিহ্নিত করা হইয়াছে।

বেরেল শ্রেণীর শীর্ষে একটি উল্লেখযোগ্য অসংগতি আছে (উর্ধ্ব অলিগোসিন অসংগতি)। বেরেল শ্রেণীর উর্ধ্বসোপান রেঞ্জি স্তরের দ্রুত পরিবর্তনশীল গভীরতা এবং ইহার উর্ধ্ব প্রান্তের ক্ষয়জাত সীমারেখার মধ্য দিয়া এই অসংগতি প্রকাশ পায়। বেরেল শ্রেণী এবং আসামের অন্যান্য নবজীবীয় স্তরের মধ্যে জীবাশ্মের অভাবহেতু ভূবিদগণ সাধারণত স্তরীয় পারম্পর্য নির্ণয়ের জন্য শিলাপ্রকৃতি এবং ভারী মণিক উপাদানের (heavy mineral content) সাহায্য লইয়াছেন।

(ঙ) **সুরমা শ্রেণী** (Surma Series)—সুরমা নদী হইতে এই শ্রেণীর নামকরণ হইয়াছে। ইহা বেরেল শ্রেণীর উপর অসংগত রূপে বিন্যস্ত। উত্তর আসামে ইহা প্রায় ২,০০০ ফুট গভীর; কিন্তু দক্ষিণাভিমুখে গভীরতা বৃদ্ধি পায়, সুরমা উপত্যকায় ১১,০০০ ফুট এবং আরাকান অঞ্চলে প্রায় ২০,০০০ ফুট। ইহার মধ্যে দুইটি সোপান আছে—নিম্ন বা ভুবন সোপান (Bhuban Stage) এবং উর্ধ্ব বা বোকাবিল সোপান (Bokabil Stage)। উত্তর কাছাড়ের অন্তর্গত ভুবন পর্বতের নামচিহ্নিত নিম্ন সোপানটি (৪০০০ ফুট হইতে ৭৫০০ ফুট) প্রধানত সেল, বেলেপাথর এবং কিছু কংগ্লোমারেট দ্বারা গঠিত; ইহার বয়স নিম্ন পুরামায়োসিন (অ্যাকুইটেনিয়ান)। শৈল উপাদানের ভিত্তিতে ইহাকে তিনটি অনুসোপানে উপবিভক্ত করা হয়। ভুবন সোপান সাধারণত জীবাশ্ম-বিরল। কিন্তু সুরমা উপত্যকার কাঞ্চনপুরের নিকট প্রাপ্ত কয়েকটি জীবাশ্ম * ইহার উল্লিখিত ভূতত্ত্বীয় বয়স সমর্থন করে—**ব্যাসিলিসা** (*Basilissa*), **ক্যান্সেলেরিয়া** (*Cancellaria*), **হিপ্পোনিক্স** (*Hipponyx*) এবং **স্কুটাস** (*Scutus*)। বোকাবিল সোপান প্রধানত বেলে সেল এবং বেলেপাথর দ্বারা গঠিত; কিছু লৌহময় বেলেপাথর ইহার মধ্যে বর্তমান। বাঘমারা এবং ডালু অঞ্চলে বোকাবিল সোপানের মধ্যে উর্ধ্ব পুরামায়োসিন (বার্ডিগেলিয়ান) বয়স নির্দেশক ** কতকগুলি জীবাশ্ম পাওয়া গিয়াছে। কয়েকটি সাধারণ জীবাশ্ম—**আর্কা** (*Arca*), **কার্ডিয়াম**

---

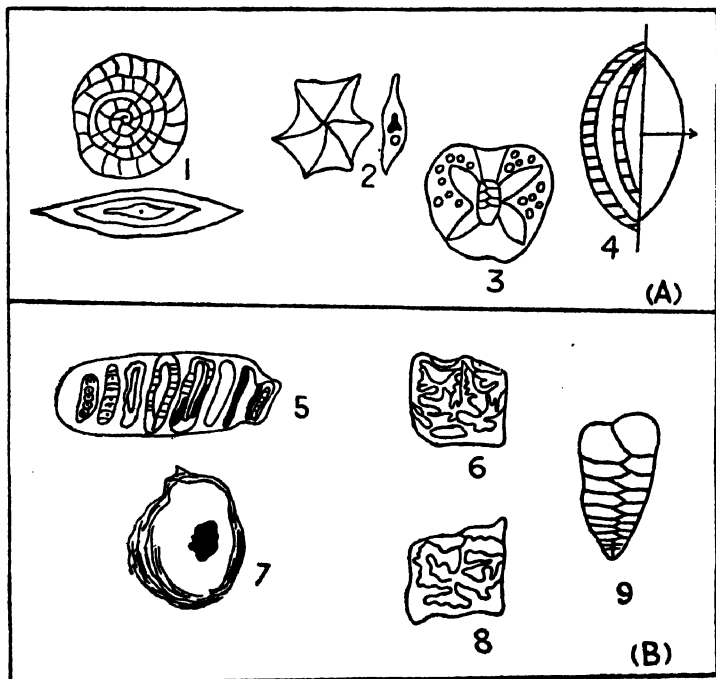
* ইহাদের বর্মার অ্যাকুইটেনিয়ান স্তরে (উর্ধ্ব পেগু) পাওয়া যায়।

** এম, এস, কৃষ্ণন, ১৯৬৮; পৃঃ ৪৭০

(*Cardium*), চ্যামিস (*Chlamys*), ডোসিনিয়া (*Dosinia*), বার্বেশিয়া (*Barbatia*), ড্রিলিয়া (*Drillia*), অস্ত্রিয়া (*Ostrea*), ম্যাকট্রা (*Mactra*), পিটার (*Pitar*), নিউকুলা (*Nucula*), নিউকুলানা (*Nuculana*), আর্কিটেকটনিকা (*Architectonica*), ন্যাটিকা (*Natica*), সাইনাম (*Sinum*), মিত্রা (*Mitra*), টারিটেলা (*Turritella*), অলিভা (*Oliva*), টেরিব্রা (*Terebra*), কোনাস (*Conus*)। ত্রিপুরা অঞ্চলে বোকাবিল স্তর হইতে প্রাপ্ত মেরুদণ্ডী জীবাশ্মগুলি মধ্য মায়োসিন (হেলভেটিয়ান-টর্টনিয়ান) বয়স নির্দেশ করে :—ট্রাইলফোডন (*Trilophodon*), ডোরকাথেরিয়াম (*Dorcatherium*), ক্রোকোডিলিস (*Crocodiles*), ক্যারিয়ালিস (*Chariales*), অক্সিরাইনা (*Oxyrhina*), প্রায়োনোডন (*Prionodon*) ইত্যাদি।

(চ) টিপম শ্রেণী (Tipam Series)—সুরমা শ্রেণীর উর্ধ্বাংশ এবং টিপম শ্রেণীর নিম্নাংশের মধ্যে বিশেষ কোন গাঠনিক অসংগতি লক্ষ্য করা যায় না, তবে অনেক সময় সুরমা শ্রেণীকে প্রাবৃত (overlap) করিয়া টিপমের নিম্ন প্রান্ত বেরেল শ্রেণীর উপরে বিস্তৃত দেখা যায়। টিপম শ্রেণী দক্ষিণে আরাকান উপকূল হইতে উত্তরে সুরমা উপত্যকা পর্যন্ত বিস্তৃত। ইহার মধ্যে দুইটি সোপান আছে—টিপম বেলেপাথর (৩০০০ ফুট—৮০০০ ফুট) এবং গিরুজন ক্লে (৩০০০ ফুট—৬০০০ ফুট)। নিম্ন সোপান টিপম বেলেপাথর শক্ত, বহুলাংশে লৌহময়, মোটা দানার বেলেপাথর (সামান্য কংগ্লোমারেট এবং সেলযুক্ত) দ্বারা গঠিত। ইহার সহিত নিম্নস্থ বোকাবিল সোপানের উপাদানগত বৈষম্য অতি সুস্পষ্ট। এই কারণে অনেকে সুরমা ও টিপম শ্রেণীর মধ্যে একটি প্রচ্ছন্ন বিরতি আছে বলিয়া মনে করেন। এই ধারণার সমর্থনে উল্লেখ করা যায় যে সাধারণভাবে টিপম শ্রেণী জীবাশ্ম-হীন হইলেও আরাকান উপকূলে ইহার যে জীবাশ্ম-প্রাণিকুল পাওয়া গিয়াছে তাহার মধ্যে অধিকাংশই অপরিচিত, কিন্তু প্লায়োসিন নির্দেশক জীবাশ্মের সংখ্যা মায়োসিন নির্দেশক জীবাশ্মের সংখ্যার প্রায় দ্বিগুণ। ইহা হইতে মনে হয় টিপম শ্রেণীর বয়স প্লায়োসিন হইতে পারে। কিন্তু সুরমা শ্রেণীর সহিত ইহার আপাত-সংগতিপূর্ণ সংযোগতল মায়োসিন বয়সের নির্দেশক। সুতরাং টিপম শ্রেণীকে বর্তমানে উর্ধ্ব মায়োসিন হইতে প্লায়োসিন বয়সের গণ্য করা হয়। ইহার উর্ধ্ব সোপান গিরুজন ক্লে প্রধানত বিভিন্ন প্রকার ক্লে এবং অল্প বেলেপাথর দ্বারা গঠিত। টিপম শ্রেণীর মধ্যে লিগনাইট এবং কাষ্ঠ-জীবাশ্ম পাওয়া যায়। টিপম শ্রেণী ডিগবয় তৈলখনির ধারক স্তর।

(ছ) ডুপিটিলা শ্রেণী (Dupitila Series)—অসংগতির ব্যবধানে

ইহা টিপম শ্রেণীর উপরে বিন্যস্ত। প্রায় ১০,০০০ হইতে ১১,০০০ ফুট গভীর ক্লে-বেলেপাথর অনুক্রমে এই শিলাশ্রেণী গঠিত। নিম্নাংশের ২০০০ ফুটের মধ্যে মোটা লৌহময় বেলেপাথর প্রধান উপাদান। ইহার ঊর্ধ্বে বিচিত্রবর্ণের বেলেপাথর প্রধান উপাদান। জয়ন্তিয়া পর্বতের দক্ষিণাংশে ইহার শ্রেষ্ঠ শিলাছেদ দেখিতে পাওয়া যায়। আসামের অন্যান্য অংশে (উত্তর আসাম ইত্যাদি স্থানে) দুপিতিলা শিলাস্তরকে নামসাং (Namsang)

চিত্র 6—নবজীবীয় কালের কয়েকটি বিশিষ্ট ভারতীয় জীবাশ্ম :

(A) নিম্ন টার্শারি : (1) নুমুলাইট (2) হাণ্টকেনিনা (3) ব্রেনিয়া (4) অ্যালভিওলিনা

(B) ঊর্ধ্ব টার্শারি ও কোয়াটারণারি : (5) ষ্টেগোডন (6) হিপারিয়ন (7) অষ্ট্রিয়া (8) ইকোয়াস (9) টেক্সচুলারিয়া।

স্তর (পূর্বের Num Rong Khu) নাম দেওয়া হইয়াছে। নামসাং নদী হইতে ইহার নূতন নামকরণ হইয়াছে। দুপিতিলা শ্রেণী প্রধানত অজৈবিক। স্তরীয় অবস্থান হইতে মনে হয় ইহার বয়স প্লায়োসিন, সম্ভবত ঊর্ধ্ব প্লায়োসিন।

(জ) ডিহিং শ্রেণী (Dihing Series)—দুপিতিলা শ্রেণীর শীর্ষে একটি অসংগতির ব্যবধানে ইহা বিন্যস্ত। ইহা প্রায় ১৩০০ ফুট গভীর, ক্লে, বেলেপাথর ও নুড়ি-স্তরে (অসম্বদ্ধ কংগ্লোমারেট) গঠিত। ডিহিং নদীর নাম হইতে ইহার নামকরণ হইয়াছে। উত্তর আসাম, নাগা পর্বত এবং শ্রীহট্ট জেলায় ইহার ভাল উদ্ভেদ দেখিতে পাওয়া যায়। সার্থক জীবাশ্ম ইহার মধ্যে বিশেষ নাই, কেবল অঙ্গারায়িত কাষ্ঠ এবং উদ্ভিদপত্র জীবাশ্ম অল্প পরিমাণে এই স্তরে পাওয়া যায়; সেগুলিও মন্দরূপে সংরক্ষিত। স্তরীয় অবস্থান, শিলালক্ষণ এবং নিম্নপ্রান্তস্থ গাঠনিক অসংগতির ভিত্তিতে ডিহিং শ্রেণীর সহিত ঊর্ধ্ব সিবালিক শ্রেণীর পারম্পর্য নির্ধারণ করা হইয়াছে; সুতরাং ইহার ভূতত্ত্বীয় বয়স প্লেইসটোসিন উপযুগভুক্ত।

9·6 কচ্ছ-কাথিয়াওয়াড়ের নবজীবীয় স্তরক্রম (Caino-zoic strata of Kutch-Kathiawar)

কচ্ছ অঞ্চলে সমুদ্রপ্রান্তস্থ সোপান-রূপের (shelf facies) নবজীবীয় স্তরক্রম বর্ণিত হইয়াছে। সিন্ধু-বেলুচিস্তানকে ভারতীয় অঞ্চলের নবজীবীয় স্তরের আদর্শভূমি বলা হয়। কিন্তু ভারত বিভাগের পর ঐ অঞ্চল পাকিস্তান-ভুক্ত হওয়ায়, ভারতের আদর্শ নবজীবীয় ভূমি বলিতে এখন কচ্ছের অনুক্রমই বুঝায়, ইহা মোটামুটিভাবে সুসম্পূর্ণ। এই স্তরক্রমটি দক্ষিণ-পশ্চিম অঞ্চলে প্রায় ১৯০০ ফুট গভীর। ইহার অন্তঃস্তরে ক্রীটেশাস যুগের স্তর (উমিয়া শ্রেণী) ও ডেকান ট্র্যাপ পাওয়া যায়। নিম্নলিখিত ছকে এই অনুক্রমটি সংক্ষেপে বর্ণিত হইল।

শিলাস্তরের নাম	বর্ণনা	বয়স
পোরবন্দর শ্রেণী (৭০′) (Porbander Series)	···ক্যালসিয় বেলেপাথর, মৎস্যাণ্ডক (oolitic) চুনাপাথর ও মিলিওলাইট	প্লেইস্টোসিন
কংকাবতী শ্রেণী (১১৫০′) (Kankawati Series)	···কাষ্ঠ-জীবাশ্মযুক্ত গ্রীট পাথর, ফোরামিনিফারযুক্ত বেলেপাথর (মাণ্ডার শ্রেণীর সহিত তুলনীয়)	প্লায়োসিন
—প্রাবরণ অসংগতি—		
খারি শ্রেণী : (খ) ঊর্ধ্ব বা খারি সোপান (১১০০′)··· (Khari Series)	**লেপিডোসাইক্লিনা, মায়োজিপ্‌-সিনা, অষ্ট্রোট্রাইলিনা, ট্যাবারিণা, ব্রেনিয়া, অষ্ট্রিয়া** ইত্যাদি জীবাশ্ম-যুক্ত সেল-পাথর	ঊর্ধ্ব পুরামায়োসিন
(ক) নিম্ন বা ওয়াইওর সোপান (৪০′)	···কর্দমাক্ত চুনাপাথর এবং ওলাইট **লেপিডোসাইক্লিনা, স্পাইরোক্লাইপিয়াস, মায়োজিপ্‌সিনা** ইত্যাদি জীবাশ্মযুক্ত	নিম্ন পুরামায়োসিন
লখপৎ শ্রেণী (৪০′) (Lakhpat Series)	···**নুম্‌মুলাইট ইণ্টারমিডিয়াস**-যুক্ত চুনাপাথর ও মার্ল	অলিগোসিন
বারওয়ালি শ্রেণী (৪৫০′) (Berwali Series)	ঊর্ধ্বাংশ জমাট চুনাপাথর, নিম্নাংশ জিপসাম-যুক্ত ক্লে (বিশিষ্ট কীরথর জীবাশ্মযুক্ত)	মধ্য ইয়োসিন
কাকদি শ্রেণী (১৫০′) (Kakadi Series)	···লাকি স্তরের বিশিষ্ট ফোরামিনিফার যুক্ত বিভিন্ন প্রকার সেল	নিম্ন ইয়োসিন
মাধ শ্রেণী (১৪০′) (Madh Series)	···ল্যাটেরাইট, বেণ্টোনাইট বেলেপাথর ইত্যাদি **ভেনেরিকার্ডিয়া, নিওমেরিস** ইত্যাদি জীবাশ্মযুক্ত	প্যালিওসিন

কাথিয়াওয়াড় উপকূলে ডেকান ট্র্যাপের উপর নিওজিন এবং কোয়াটারণারি যুগের স্তর পাওয়া গিয়াছে (গজ, গোঘা, পিরাম; দ্বারকা এবং পোরবন্দর চুনাপাথর স্তর ঊর্ধ্বক্রমে)।

9·7 গঙ্গা 'ব'-দ্বীপের (অবিভক্ত বঙ্গপ্রদেশ) নবজীবীয় স্তর (Cainozoic strata of the Ganga delta [Bengal basin])

গঙ্গা নদীর মুখে যে বিরাট ব-দ্বীপের উপর পশ্চিমবঙ্গ ও বাংলাদেশ অবস্থিত তাহার ভূগর্ভস্থ স্তর-পরিচয় পাওয়া গিয়াছে কয়েকটি গভীর কূপের তথ্য হইতে। খনিজ তৈলের অনুসন্ধানে এইগুলি বিদ্ধ করা হইয়াছিল। বঙ্গপ্রদেশের ব-দ্বীপ এলাকায় একটি পূর্ণ ক্রীটেশাস-নবজীবীয় স্তরক্রম নিহিত রহিয়াছে। এই স্তরক্রমের ভূমিতে বহু গভীরে যে আগ্নেয় বেসল্ট শিলা পাওয়া গিয়াছে তাহা বিহার-পশ্চিমবঙ্গ সীমান্তের বিখ্যাত রাজমহল-লাভা-পর্বতের স্রস্ত পূর্বাংশ বলিয়া ভূবিদগণের বিশ্বাস। স্তরক্রমটির শৈল প্রকৃতি ও জৈব পরিচয় বিশ্লেষণ করিলে মনে হয় সমুদ্রপ্রান্তস্থ মহীসোপান অববাহিকায় উহার অবক্ষেপণ হইয়াছিল। এই অববাহিকার পূর্বে ও দক্ষিণ-পূর্বে মহীখাতীয় রূপের অবক্ষেপ পাওয়া যায়। বঙ্গ ব-দ্বীপের ভূগর্ভস্থ নবজীবীয় স্তরক্রম নিম্নে লিখিত হইল (প্রধানত বি, বিশ্বাস, ১৯৫৯, ১৯৬৩):

শিলাস্তরের নাম	বর্ণনা	বয়স
দেবগ্রাম সংঘ (২৮০০′)··· (Devagram Formation)	ক্লে, পলিপাথর ও অগভীর সমুদ্রের অবক্ষেপ	প্লায়োসিন হইতে প্লেইসটোসিন
পাণ্ডুয়া সংঘ (২২০০′)··· (Pandua Formation)	বেলেপাথর, পলিপাথর, সেল ইত্যাদি সোপান-রূপের (shelf facies) অবক্ষেপ	মায়োসিন হইতে প্লায়োসিন
মেমারি সংঘ (২০০′)··· (Memari Formation)	ক্যালসিয় সেল, গ্লকোনাইটযুক্ত বেলেপাথর ইত্যাদি সামুদ্রিক ও মোহানাজ অবক্ষেপ	উর্ধ্ব অলিগো-সিন হইতে নিম্ন মায়োসিন
বর্ধমান সংঘ (৫০০′)··· (Burdwan Formation)	স্বাদু ও মিশ্র জলজ বেলেপাথর, লিগনাইটময় সেল (পরাগরেণু ও ফোরামিনিফারের	অলিগোসিন
—অসংগতি—		
কোপিলি সংঘ (৮০′)··· (Kopili Formation)	বিভিন্ন বর্ণনার সেল (আসামের কোপিলি সোপানের সহিত তুলনীয়)	উর্ধ্ব ইয়োসিন
সিলেট সংঘ (১০০০′)··· (Sylhet Formation)	সামুদ্রিক কর্করীয় অবক্ষেপ ও চুনাপাথর (ফোরামিনিফার জীবাশ্ম-বহুল)	মধ্য হইতে উর্ধ্ব ইয়োসিন
জলাঙ্গি সংঘ (২২০০′)··· (Jalangi Formation)	মোহানাজ বেলেপাথর, সেল, লিগনাইট ও কিছু ভৌম সামুদ্রিক অবক্ষেপ	ক্রীটেশাস হইতে নিম্ন ইয়োসিন
ঘাটাল সংঘ (৪০০′)··· (Ghatal Formation)	উপহ্রদজাত কৃষ্ণ সেল, চুনাপাথর ও ক্যালসিয় বেলেপাথর	ক্রীটেশাস
বোলপুর সংঘ (৫০০′)··· (Bolpur Formation)	প্রধানত ট্র্যাপশিলা হইতে লব্ধ উপাদানে গঠিত মোহানাজ ও স্বাদুজলজ বেলেপাথরাদি অবক্ষেপ	নিম্ন ক্রীটেশাস
—অসংগতি—		
রাজমহল লাভাস্তর··· (Rajmahal lava)	প্রধানত বেসল্ট লাভা	নিম্ন ক্রীটেশাস

রাণাঘাট ও মাৎলা সংঘকে (Ranaghat & Matla Formations) যথাক্রমে দেবগ্রাম ও পাণ্ডুয়া সংঘের সমসাময়িক মহীখাতীয় রূপের স্তর বলা হইয়াছে। উপরোক্ত নবজীবীয় স্তরক্রমটিকে দক্ষিণাভিমুখে উত্তরোত্তর গভীরতর হইতে দেখা যায়। যে সকল স্তর উত্তরাংশে লবণাক্ত-স্বাদুজলজ (brackish) বা মোহানাজ (estuarine) প্রকৃতির, দক্ষিণাংশে তাহাদের সামুদ্রিক রূপভেদ (facies variant) দেখিতে পাওয়া যায়। প্রধানত সোপান-রূপের এই স্তরক্রমটি ক্যানিং বন্দরের নিকট ১৬,০০০ ফুট গভীর এবং ঐ গভীরতা দক্ষিণে আরও বৃদ্ধি পাইয়াছে। রাজমহল লাভা এই অনুক্রমের অন্তঃস্তরে সমানে বিস্তৃত রহিয়াছে। ইহা সম্ভবত আসামের সিলেট ট্র্যাপের সহিত সমপর্যায়ের হইবে।

দক্ষিণে আন্দামান দ্বীপপুঞ্জে বিশিষ্ট ফোরামিনিফার জীবাশ্মযুক্ত প্রায় সম্পূর্ণ নবজীবীয় স্তরক্রম পাওয়া গিয়াছে। ভারতীয় উপকূলের অন্যান্য স্থানে যেমন উড়িষ্যায়, গোদাবরী ব-দ্বীপে, পণ্ডিচেরীতে, কাবেরী অববাহিকায়, কেরালায়, মহীশূরে, গুজরাটে, কচ্ছ ও কাথিয়াওয়াড়ে নবজীবীয় স্তরের উপস্থিতি পূর্বেই উল্লেখ করা হইয়াছে।

9·8 নবজীবীয় অধিযুগে ভারতীয় অঞ্চলের ভূতত্ত্বীয় ইতিহাস (geological history of the Indian region in Cainozoic Era)

ভারত ও পার্শ্ববর্তী অঞ্চলে নবজীবীয় অধিযুগে বহু বিচিত্র ঘটনার সমাবেশ দেখা যায়। সবচেয়ে আকর্ষণীয় হইল বলিত টেথিস মহীখাত হইতে হিমালয় পর্বতমালার অভ্যুত্থান। জীবজগতের শ্রেষ্ঠ ঘটনা মানুষের জন্ম। আরও অনেক ছোট বড় পরিবর্তনের ইতিহাস এই সাড়ে ছয় কোটি বর্ষের কাল-পরিসরকে ভরাট করিয়া রাখিয়াছে।

নবজীবীয় অধিযুগের সূচনা হইবার পূর্বেই বিরাটকায় ডাইনোসর ও সংশ্লিষ্ট অতিকায় সরীসৃপকুল ভারতের স্থলভূমি হইতে বিদায় লইয়াছিল। আর সমুদ্র হইতে বিলুপ্ত হইয়াছিল অ্যামোনাইট প্রাণিকুল। জলে ও স্থলে যথাক্রমে অ্যামোনাইট ও সরীসৃপদের মধ্যজীবীয় রাজত্বের অবসানের পর (অবশ্য অ্যামোনাইটগণের ন্যায় সরীসৃপকুল সম্পূর্ণভাবে নিশ্চিহ্ন হয় নাই) নবজীবীয় কালে নূতন জৈবিক বিবর্তনের ধারা রূপলাভ করে। প্রথমদিকে প্যালিওজিন (বা নিম্ন টার্শারি) যুগে ফোরামিনিফারগণ সমুদ্রে প্রাধান্য লাভ করে, ইহাদের সহিত প্রবাল, শামুক, ঝিনুক, ব্র্যাকিওপোড, একিনয়েড ইত্যাদি প্রাণিকুলও সাহচর্য করিয়াছে। প্যালিওজিন যুগে নুমুলাইট নামক ফোরামিনিফারের আধিপত্যের জন্য ইহাকে নুমুলিটিক যুগ আখ্যা দেওয়া

হইয়াছে। জালিযুক্ত নুমমুলাইট (reticulate Nummulites) এই যুগের শেষদিকে অলিগোসিন উপযুগে আবির্ভূত হয়। **অ্যাসাইলিনা, ডিস্কোসাইক্লিনা** ইত্যাদি ফোরামিনিফার ইয়োসিন যুগের বৈশিষ্ট্য। অলিগোসিন যুগের বৈশিষ্ট্য **লেপিডোসাইক্লিনা** প্রভৃতি ফোরামিনিফার। ভারতীয় ও অন্যান্য অঞ্চলের স্তরপরীক্ষা হইতে দেখা যায় নিম্ন টার্শারি যুগান্তে ফোরামিনিফার প্রাধান্যের পতন হইয়াছিল। অবশ্য আধিপত্য খর্ব হইলেও ইহাদের অস্তিত্ব বিলুপ্ত হয় নাই, পরবর্তী কালেও ইহাদের জীবাশ্ম অনেক স্তরেই পাওয়া যায় এবং বর্তমান সমুদ্রেও উহাদের সংখ্যা নিতান্ত কম নহে। নিম্ন টার্শারি কালে ফোরামিনিফারদের দেহবিবর্তনের ধারা এত সূক্ষ্ম ও বিশদ প্রকৃতি লাভ করিয়াছিল যে, তাহাদের সাহায্যে প্যালিওজিন স্তরকে বিস্তারিতভাবে উপবিভক্ত করা হইয়াছে।

নবজীবীয় অধিযুগের গোড়া হইতেই স্তন্যপায়ী মেরুদণ্ডীদের আধিপত্য লক্ষ্য করা যায়। তবে ভারতবর্ষে ইহারা প্রাধান্য লাভ করে ঊর্ধ্ব টার্শারি বা নিওজিন যুগে। প্যালিওজিন শিলাস্তরে স্তন্যপায়ী জীবাশ্ম ব্রহ্মদেশে কিছু পাওয়া গেলেও ভারতে নাই। ভারতীয় অঞ্চলের নবজীবীয় স্তরের মধ্যে প্যালিওজিন পর্যায়টি প্রায় সর্বত্রই সামুদ্রিক রূপের। নিওজিন পর্যায়টি অধিকাংশ ক্ষেত্রেই নদীজাত বা অগভীর মিশ্রজলজ রূপের, হিমালয় অঞ্চলে ইহারই নাম সিবালিক গোষ্ঠী (বা নিমাদ্রিক গোষ্ঠী)। অবশ্য সিবালিক গোষ্ঠীর ঊর্ধ্বতম অংশ কোয়াটারণারি যুগভুক্ত। ঊর্ধ্ব টার্শারি বা নিওজিন স্তরগোষ্ঠীকে উপবিভক্ত করিবার জন্য স্তন্যপায়ী জীবাশ্মের ব্যবহার করা হয়। কারণ নিওজিন যুগে স্তন্যপায়িগণের ঐশ্বর্য, বিশেষত হিমালয় অঞ্চলে, অতুলনীয়। আমেরিকা, ইউরোপ, আফ্রিকা ইত্যাদি সুদূর দেশ হইতে মায়োসিন ও পরবর্তী কালে এই সকল জীবেরা ভারতীয় এলাকায় প্রবেশ করে এবং এখানে উহারা দ্রুত বিবর্তিত হয়। কিন্তু ভূ-আলোড়নের ফলে, হিমযুগের প্রভাবে, কাণিভোরা বা মাংসাশী প্রাণিকুলের আক্রমণে এবং স্বাভাবিক দেহবিবর্তনের জটিলতায় স্তন্যপায়ীদের অধিকাংশই বিলুপ্ত হয় অথবা দেশত্যাগ করে (migration)। স্তন্যপায়ী জীবাশ্মে সমৃদ্ধ সিবালিক স্তরগুলি নবজীবীয় অধিযুগের মধ্য ও শেষ অংশের জৈব ইতিহাসের অমূল্য সম্পদ। আরও বিশেষ করিয়া অমূল্য, কারণ এই স্তন্যপায়ী-বিবর্তনের শেষ ধারায় প্লেইসটোসিন উপযুগে মানুষের আবির্ভাব ঘটে। পৃথিবীর বহু দেশ হইতে প্রাচীন মানবের অস্থি-জীবাশ্ম আবিষ্কৃত হইয়াছে, কিন্তু এখনও ভারতীয় শিলাস্তরে কোন মানব-অস্থি পাওয়া যায় নাই। তবে ভারতের কোন কোন স্থানে প্রস্তর নির্মিত অস্ত্রশস্ত্র, হাতিয়ার ইত্যাদি রূপের মানব-জীবাশ্ম আবিষ্কৃত হওয়ায় প্রাচীন মানবের উপস্থিতি প্রমাণিত হইয়াছে।

নবজীবীয় অরণ্যে সবচেয়ে উল্লেখযোগ্য ঘটনা গুপ্তবীজী (angiosperm) উদ্ভিদের প্রাধান্যলাভ। ক্রীটেশাস যুগেই ইহাদের আবির্ভাব হইয়াছিল, কিন্তু ইহাদের আধিপত্য পূর্ণরূপে প্রতিষ্ঠিত হয় নবজীবীয় যুগের গোড়ায়। দাক্ষিণাত্য লাভার আন্তঃট্র্যাপিয়ান পাললিক স্তরের মধ্যে গুপ্তবীজী পাম বৃক্ষের প্রচুর জীবাশ্ম পাওয়া যায়। পুরাজীবীয় এবং মধ্যজীবীয় অধিযুগের গণ্ডোয়ানা অরণ্যে যেমন ব্যক্তবীজী (gymnosperm) উদ্ভিদের রাজত্ব দেখা গিয়াছিল, নবজীবীয় কালে তেমনি গুপ্তবীজীদের বৃদ্ধি ও পূর্ণতা লক্ষ্য করা যায়।

ভারতীয় অঞ্চলের যে ভৌগোলিক রূপ ও রেখা বর্তমানে আমরা প্রত্যক্ষ করি তাহা নবজীবীয় কালে প্রকাশ পায়। অজৈব প্রকৃতিরাজ্যে গুরুতর বিবর্তন মধ্যজীবীয়ের শেষভাগে সুরু হইয়াছিল—গণ্ডোয়ানা মহাদেশের খণ্ডন এবং টেথিস মহাসাগরের সংকোচনই তাহার নিদর্শন। ক্রীটেশাস যুগেই বিশাল গণ্ডোয়ানা মহাদেশ কয়েকটি খণ্ডে বিভক্ত হইয়া যায় এবং এই সকল ভূখণ্ডগুলি ভূপৃষ্ঠের উপর সঞ্চরণ করিয়া একে অপর হইতে বিচ্ছিন্ন হইয়া পড়ে। ক্রমশ ইহারা সুস্থিত হইয়া দক্ষিণ আমেরিকা, আফ্রিকা, ভারতবর্ষ, অস্ট্রেলিয়া, মাদাগাস্কার, অ্যান্টার্কটিকা ইত্যাদি মহাদেশের রূপ লাভ করে। আফ্রিকা অঞ্চলে দীর্ঘ দীর্ঘ গ্রস্ত উপত্যকারও (rift valley) সৃষ্টি হয়। এই ভূ-আলোড়নের সহিত আগ্নেয় উদ্‌বেধ এবং উদ্‌গিরণও দেখা দেয়। উপদ্বীপ ভারতে নবক্রীটেশাস হইতে ইয়োসিন পর্যন্ত বিস্তৃত দাক্ষিণাত্য অগ্ন্যুৎপাত এবং হিমালয় অঞ্চলের বড় বড় উদ্‌বেধী শিলাদেহ ইহার নিদর্শন। নবক্রীটেশাস যুগে ভারতীয় উপদ্বীপের পূর্ব উপকূলের বিভিন্ন স্থানে, বঙ্গপ্রদেশ অঞ্চলে এবং আসাম মালভূমির দক্ষিণ সীমান্তে বঙ্গোপসাগর হইতে সমুদ্রোচ্ছ্বাস (marine transgression) ঘটিয়াছিল কারণ, এই সকল স্থানে তৎকালীন বিশিষ্ট জীবাশ্মযুক্ত (**ওমফালোসাইক্লাস, অরবিটয়ডিস, গ্লোবোট্রাংকেনা** ইত্যাদি) সোপানরূপের সামুদ্রিক স্তর (marine shelf facies) পাওয়া যায়। কিন্তু হিমালয় অঞ্চলে এই সময় যে গিউমল বেলেপাথর ও চিকিম শ্রেণী অবক্ষিপ্ত হইয়াছিল তাহা অনেকটা ফ্লিশ্ রূপের (flysch facies) এবং সম্ভবত টেথিস মহাসমুদ্রের সংকোচনের বার্তাবহ। ক্রীটেশাসের শেষে টেথিসের বিরাট কলেবর একেবারে সংকুচিত হইয়া যায়। হিমালয় অঞ্চলের পশ্চিমাংশে সীমায়িত হইয়া ইহা সিন্ধু, বেলুচিস্তান, উঃ-পঃ সীমান্ত প্রদেশ, পশ্চিম পাঞ্জাব, জম্মু, সিমলা, দেরাদুন ও নৈনিতাল এলাকার মধ্যে অপেক্ষাকৃত অগভীর উপসাগরের রূপ লাভ করে। এই সকল অঞ্চল হইতে পরবর্তী প্যালিওসিন ও ইয়োসিন কালের ফোরামিনিফারযুক্ত অবক্ষেপ পাওয়া গিয়াছে। কেহ কেহ মনে করেন মধ্যজীবীয় টেথিসের সম্পূর্ণ বিলুপ্তির পর নিম্ন টার্শারি অববাহিকাগুলি নূতন করিয়া সৃষ্ট হয়।

টেথিসের সংকোচনকে হিমালয় পর্বতমালার উত্থানের প্রথম পর্যায় বলা যাইতে পারে। পললপূর্ণ টেথিস মহীখাতের বক্ষ পার্শ্বচাপের প্রভাবে বলিত হইয়া ক্রমাগত উত্থিত হইতে থাকে এবং শেষে সমুদ্রজলকে অপসারিত করিয়া উহার উপর প্রকাশ পায়। নৈনিতালের পূর্বস্থ হিমালয় অঞ্চল প্যালিওসিন-ইয়োসিন কালের পূর্বেই স্থলরূপ লাভ করিয়াছিল বলিয়া বিশ্বাস, কারণ এই এলাকায় কোন ইয়োসিন অবক্ষেপ নাই। হিমালয়ের উত্থান ঘটিয়াছে প্রায় পাঁচটি বৃহৎ গিরিজনি পর্বে, ক্রীটেশাস যুগান্তের পর্যায়টি তন্মধ্যে প্রথম। বাস্তবিক পক্ষে, নবজীবীয় কালের পূর্বে সুরু হইলেও হিমালয়ের অভ্যুত্থান বোধ হয় আজও শেষ হয় নাই, কোথাও কোথাও এখনও ভূকম্পন হইয়া থাকে। তবে এই অভ্যুত্থানের প্রধান প্রধান পর্যায়গুলি সুস্পষ্টরূপে চিহ্নিত এবং তাহাদের মধ্যে অপেক্ষাকৃত শান্ত কাল-ব্যবধান বা বিরতি রহিয়াছে। গিরিজনির (orogeny) প্রথম পর্ব সমাপ্তির পর প্যালিওসিন-ইয়োসিন উপযুগে উপদ্বীপ ভারতের দুই কূলে (পশ্চিম উপকূল নিশ্চয় ইতিমধ্যে গঠিত হইয়াছিল), আসামে, বঙ্গপ্রদেশে, কচ্ছে, কাথিয়াওয়াড়ে, সিন্ধুতে, বেলুচিস্তানে ও উত্তর-পশ্চিম হিমালয় অঞ্চলে সমুদ্রোচ্ছ্বাস দেখা দেয়। এই উচ্ছ্বাসের (transgression) মধ্যে বিশেষজ্ঞেরা প্রায় তিন-চারটি পর্যায় আবিষ্কার করিয়াছেন (রাণীকোট, লাকি, কীরথর ও ঊর্ধ্ব ইয়োসিন)। সুদূর এই অঞ্চলগুলিতে একই ফোরামিনিফার জীবাশ্মযুক্ত সদৃশ অবক্ষেপের উপস্থিতি সমুদ্রোচ্ছ্বাসের ব্যাপক প্রকৃতি এবং তৎকালীন সমুদ্রে ফোরামিনিফার প্রাণিকুলের ঐক্য ও প্রাধান্যকে সমর্থন করে।

ঠিক ইয়োসিনের শেষভাগে হিমালয়-জনির দ্বিতীয় পর্ব দেখা দেয়। ইহার ফলে টেথিসের অবশিষ্ট কলেবর ক্ষীণতর হইয়া পড়ে। সিমলা, লবণ পর্বত প্রভৃতি এলাকায় ইয়োসিন স্তর রহিয়াছে কিন্তু অলিগোসিন স্তর নাই, আসামে অলিগোসিন যুগের সামুদ্রিক স্তর নাই। ইহা হইতে প্রতীয়মান হয় যে অলিগোসিন উপযুগে হিমালয় অঞ্চলের এক বিরাট অংশ সমুদ্র সংকোচনের দ্বারা প্রভাবিত হইয়া স্থলরূপ লাভ করিয়াছিল। হিমালয় গিরিজনির প্রভাব মূল হিমালয় অঞ্চলে প্রবলরূপে অনুভূত হইলেও উহা ঐ অঞ্চলে সীমাবদ্ধ ছিল না, পার্শ্ববর্তী এলাকাতেও বিস্তৃত হইয়াছিল। সম্ভবত প্রথম পর্যায়েই বেলুচিস্তান ও সিন্ধু অববাহিকার মধ্যে কীরথর-সুলেইমান পর্বত-বিভাজিকা জাগ্রত হইয়াছিল এবং পূর্বাঞ্চলে ব্রহ্ম ও আসাম অববাহিকার মধ্যে আরাকান-ইয়োমা পর্বত-বিভাজিকার আবির্ভাব হইয়াছিল; এগুলি হিমালয়ের পার্বত্য শাখা। অলিগোসিন উপযুগে আসাম অঞ্চলে স্বাদু বা মিশ্র জলের অগভীর অববাহিকায় বেরেল শ্রেণীর কয়লা-বাহী অবক্ষেপ উৎপন্ন হয়। অলিগোসিনের শেষে এই অঞ্চলে সংকোচনের প্রভাব

লক্ষ্য করা যায়, তবে ভারতের অন্যত্র এই প্রভাব ব্যক্ত হয় নাই। মায়োসিন উপযুগের প্রথমেই দাক্ষিণাত্যের দুই কূলে (কেরালা ও উড়িষ্যা) এবং উত্তর-পশ্চিম হিমালয় ও আসাম-আরাকান অঞ্চলে নূতন করিয়া সমুদ্রোচ্ছ্বাস দেখা দেয়। পুরামায়োসিন অবক্ষেপ ও জীবাশ্ম এই সকল স্থানে আবিষ্কৃত হইয়াছে। উত্তর-পশ্চিম হিমালয়ে এই কালের অবক্ষেপকে মুরী শ্রেণী, গজ শ্রেণী ইত্যাদি নাম দেওয়া হইয়াছে। সিমলা এলাকায় এই পর্যায়ের স্তর হইল ডাগসাই ও কসৌলি শ্রেণী। ইয়োসিন উপযুগে সিমলা-হিমালয়ে যে অবক্ষেপ (সুবাথু শ্রেণী) পাওয়া যায় তাহা উপসাগরীয় সমুদ্রে উৎপন্ন, কিন্তু মায়োসিন উপযুগের অবক্ষেপ (ডাগসাই-কসৌলি) মোহানায় উৎপন্ন এবং পরবর্তী কালের অবক্ষেপ সিবালিক শ্রেণী নদীজাত স্তর। উপসাগরীয় সমুদ্র হইতে মোহানা, মোহানা হইতে নদী, অববাহিকা প্রকৃতির এই ক্রমপরিবর্তন হিমালয় অঞ্চলের লক্ষণীয় বিষয়।

মধ্য মায়োসিন কালে হিমালয় গিরিজনির তৃতীয় পর্ব রূপায়িত হয়। ইহাই সর্বাপেক্ষা ব্যাপক এবং বৃহত্তম পর্ব। ইহার প্রভাবে হিমালয় পর্বত প্রায় উহার বর্তমান আকার লাভ করে। এই পর্বে টেথিস সমুদ্রের সকল অবশেষ (?) সম্পূর্ণরূপে নিশ্চিহ্ন হইয়া যায়। উত্তরের উন্নীয়মান হিমালয় ও দক্ষিণের উপদ্বীপ ভূখণ্ড উভয়ের মধ্যে এই সময় একটি পূর্ব-পশ্চিমে বিস্তৃত সরু লম্বা খাত (trough or 'foredeep') সৃষ্টি হয়। ইহাকে সাধারণত সিবালিক অববাহিকা-খাত (Siwalik basin) বলিয়া উল্লেখ করা হয়। ইহার প্রকৃতি ও উৎপত্তি সম্বন্ধে নানারূপ ধারণা প্রকাশিত হইয়াছে। আধুনিক মতানুসারে হিমালয়ের উত্থানলগ্নে প্রবল দক্ষিণমুখী পার্শ্বচাপের প্রভাবে ভারতীয় উপদ্বীপের উত্তর প্রান্ত নিম্নাভিমুখে ভাঁজপ্রাপ্ত (buckled down) অর্থাৎ অধোবলিত হইয়া এই অবনতির (depression) সৃষ্টি করে। উত্তরকালে টেথিসের গভীর পললস্তর (যাহা হিমালয় পর্বত সৃষ্টি করিয়াছে) উদ্‌ঘট্টের প্রভাবে (overthrust) দক্ষিণ-সঞ্চারিত হইয়া অবনত উপদ্বীপ-প্রান্তের উপর আরোহণ করিয়াছে। এইজন্য হিমালয় অঞ্চলে প্রধান কেন্দ্রীয় সংঘট্ট (Main Central Thrust) নামক সীমারেখায় টেথিস সমুদ্রজাত স্তর ও উপদ্বীপ-প্রান্তজাত স্তর এই উভয়ের সংমিশ্রণ দেখা যায়। আজকাল কেহ কেহ এই রেখাটিকে মিড-হিমালয়ান সিউচার (Mid-Himalayan Suture) নাম দিয়াছেন। সিবালিক খাতটি সৃষ্টির পর উহা উত্তরের হিমালয় অঞ্চল হইতে লব্ধ (এবং অংশত উপদ্বীপ ভারতের উত্তরাংশ হইতে প্রাপ্ত) কর্করীয় উপাদানে পূর্ণ হয় (সিবালিক অবক্ষেপ)। উত্তরাগত ভূশক্তির প্রভাবে এই অববাহিকা-খাতটি ক্রমাগত দক্ষিণদিকে অপসারিত হয় এবং ইহার মধ্যে সঞ্চিত অবক্ষেপগুলি ছোট ছোট পর্বতশ্রেণীর আকারে নির্গত হয় (সিবালিক

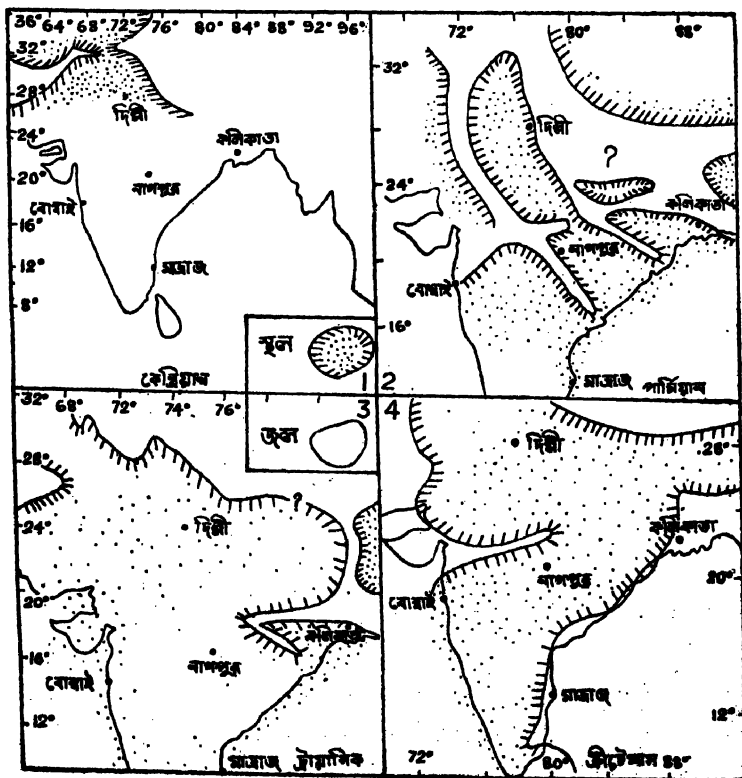
পর্বতশ্রেণী)। সিবালিক স্তরগুলি নবজাত হিমালয়প্রদেশের খরস্রোতা পার্বত্য নদীর ক্ষয়জাত উপাদানে গঠিত। অবক্ষেপের প্রকৃতি ও গঠন হইতে প্রমাণিত হইয়াছে যে অববাহিকাটি অগভীর প্রকৃতির ছিল। তথাপি সহস্র সহস্র ফুট গভীর সিবালিক অবক্ষেপ যে ইহার মধ্যে সঞ্চিত হওয়া সম্ভব হইয়াছিল তাহার কারণ অববাহিকার ভূমি ক্রমাগত অবনমিত হইয়া উপরিস্থ জলরাশির গভীরতাকে রক্ষা করিতেছিল। সিন্ধুপ্রদেশের এবং ব্রহ্মদেশের সমসাময়িক স্বাদুজলজ অবক্ষেপকে যথাক্রমে মাঞ্চার শ্রেণী ও ইরাবতী গোষ্ঠী নাম দেওয়া হইয়াছে।

সিবালিক অবক্ষেপণের প্রায় শেষদিকে অর্থাৎ প্লায়োসিন উপযুগান্তে হিমালয় গিরিজনির চতুর্থ পর্ব দেখা দেয়। ইহার ফলে বহু সিবালিক অবক্ষেপ ক্ষয়প্রাপ্ত হয় ও সিবালিক প্রাণিকুল যথেষ্ট ক্ষতিগ্রস্ত হয়। ইহার পর প্লেইসটোসিন উপযুগের প্রায় প্রথমদিকে হিমযুগের আবির্ভাব হয়। কাশ্মীর উপত্যকায় (ক্যারেবা সংঘ), পোটওয়ারে এবং সংলগ্ন এলাকায় হিমযুগের নানাপ্রকার অবক্ষেপ পাওয়া গিয়াছে। হিমালয়ের হিমবাহগুলি এই সময় প্রায় সমভূমিতে অবতরণ করিয়াছিল, ফলে সিবালিক স্তন্যপায়ীরা প্রচণ্ড শীতে প্রায় ধ্বংসপ্রাপ্ত হয়। কিছু কিছু অবশ্য দেশান্তরে পলায়ন করিয়া প্রাণরক্ষা করে। উদাহরণস্বরূপ বলা যায় জিরাফকুল ঊর্ধ্ব সিবালিক কালে হিমালয় অঞ্চলে প্রচুর সংখ্যায় বর্তমান ছিল কিন্তু হিমযুগে তাহারা দেশত্যাগ করিয়া অন্যত্র চলিয়া যায়। এখন উহারা ভারতে বিলুপ্ত। কাশ্মীরের হিমযুগজাত অবক্ষেপ পরীক্ষা করিয়া ডি টেরা (De Terra) ও অন্যান্য কর্মিগণ হিমপর্যায় ও হিমবিরতির একটি পর্যায়িত অনুক্রম আবিষ্কার করিয়াছেন। পাঁচটি হিমপর্যায় ও চারটি হিমবিরতি কল্পনা করা হইয়াছে। দ্বিতীয় হিমপর্যায়ের পূর্বেই মানুষের আবির্ভাব হইয়াছিল বলিয়া বিশ্বাস করা হয়। হিমযুগের বিভিন্ন পর্যায়ে ধীরে ধীরে কাশ্মীরের পীর পাঞ্জাল পর্বতশ্রেণী উত্থিত হয়। এই পর্বতের শীর্ষদেশে এখন যে স্তর দেখা যায় তাহা প্লেইসটোসিন কালে সমভূমিতে অবক্ষিপ্ত হইয়াছিল, উদ্ভিদ-জীবাশ্মের তথ্য দ্বারা এ-কথা প্রমাণিত হইয়াছে। ইহাই পীর পাঞ্জালের অপেক্ষাকৃত নবীন বয়সের ধারণাকে সমর্থন করে। পীর পাঞ্জালের উত্থানপর্ব প্রকৃতপক্ষে হিমালয় অভ্যুত্থানের পঞ্চম পর্বের নির্দেশক। ইহাকে শেষপর্বও বলা যায় কারণ ইহার পর হিমালয়ের আর কোন বড় রকমের পরিবর্তন হয় নাই।

উপদ্বীপ ভারতে প্লেইসটোসিন হিমযুগের কোন নিদর্শন নাই, তবে সমসাময়িক কালের অন্তর্দেশীয় নদীজাত পাললিক অবক্ষেপ (নর্মদা পলিমাটি-স্তর, গোদাবরী পলিমাটি স্তর ইত্যাদি) দেখা যায় এবং ইহার মধ্যে হস্তী, গণ্ডার ইত্যাদির জীবাশ্মও আছে। উপকূলের বিভিন্ন স্থানে নিওজিন ও কোয়াটারণারি যুগের সামুদ্রিক অবক্ষেপ পাওয়া যায়। হিমালয় অভ্যুত্থানের শেষের দিকে

(প্লায়োসিন-প্লেইসটোসিনে) সিন্ধু-গাঙ্গেয় খাতটির (Indo-Gangetic trough) সৃষ্টি হয়। ইহার উপরের স্তরে কোয়াটারণারি অবক্ষেপ এবং তাহার নীচে সিবালিক ও প্রাচীনতর শিলা রহিয়াছে। সিন্ধু-গাঙ্গেয় অববাহিকা-খাতটি ক্রমশ ক্রমশ নদীজাত পললের দ্বারা পরিপূর্ণ হইয়া, শেষকালে সিন্ধু, গঙ্গা ও উহাদের শাখানদীর উপত্যকায় পরিণত হইয়াছে। প্লেইসটোসিন ও হলোসিন উপযুগের নদীজাত পলিস্তরের গভীরতা এই অঞ্চলের বিভিন্ন স্থানে বিভিন্ন প্রকার, পাঁচ শত হইতে তিন সহস্র ফুট। দাক্ষিণাত্যের চিল্কা হ্রদের বয়স প্লেইসটোসিন এবং রাজস্থানের থর মরুভূমি প্রায় ৪000 বর্ষের প্রাচীন।

গ্রন্থপঞ্জী

২য় অধ্যায়ের শেষে উল্লিখিত ১নং ও ২নং গ্রন্থ দ্রষ্টব্য।

চিত্র 7—ভূতত্ত্বীয় অতীতে ভারতীয় অঞ্চলে জল-স্থলেরবিন্যাস।

এই গ্রন্থে ব্যবহৃত বৈজ্ঞানিক পরিভাষা

অকর্করীয় পলল, non-clastics
অকুণ্ডলায়িত, uncoiled
অঙ্গসংস্থান, morphology
অঙ্গারময়, carbonaceous
অঙ্গারায়িত, carbonised
অজৈবিক যুগ, Azoic Period
অধিকল্প, era
অধিযুগ, era
অধিশয়িত, overlying
অনাবৃত, exposed
অনুক্রম, স্তরক্রম, succession, sequence
অনুজনন, authigenesis
অনুজাত মণিক, authigenic mineral
অনুভূমিক, horizontal
অনুমহীখাত, parageosyncline
অনুসোপান, sub-stage
অনুস্তর, bed
অনু-অসংগতি, para-conformity
অন্তঃট্র্যাপীয়, infratrappean
অন্তর্বর্তী স্তর, passage bed
অন্তঃস্তর, substratum
অন্তঃসাগরীয়, submarine
অপত্রিত, non-foliated
অপ্রকেলাসী, non-porphyritic
অপ্রধান মণিক, accessory mineral
অবক্ষেপণ, deposition
অবক্ষেপ, deposit
অবতলীয়, concave
অবতটীয়, sublittoral or neritic
অবনমন, subsidence
অলংকার শিলা, ornamental stone
অসমসত্ত্ব, heterogeneous
অসংগতি,ব্যুৎক্রম, unconformity
অস্থিতিস্থাপক, plastic
অ্যামিগ্‌ড্যালয়ডাল, amygdaloidal
আকরিত, mined
আকার, size
আগ্নেয়োচ্ছ্বাস, vulcanicity
আঞ্চলিকতা, provincial character
আঞ্চলিক জীবাশ্ম, zone-fossil
আদর্শ ভূমি, type area
আর্দ্র-বিশ্লেষণ, hydrolysis
আনত, tilted
আন্তঃট্র্যাপীয়, intertrappean
আন্তঃনালীয়, interchannel
আন্তরক, inlier
আন্তঃস্তরায়িত, interbedded
আবহিক বিকার, weathering
আয়াম, strike
আয়াম-স্রংস, strike-fault
আঁচড়, striae

উত্তল, convex
উদ্‌গার, eruption
উদ্‌গারী, eruptive
উদ্‌গিরণ, eruption
উদ্‌বলিত, overfolded
উদ্‌বেধ, intrusion
উদ্‌বেধী, intrusive
উদ্‌ভেদ, outcrop, exposure
উদ্ভিন্ন, প্রকটিত, exposed
উদ্ভিদকুল, flora
ঊর্ধ্বক্রমে, in ascending order
উন্মোচন, offlap
উপানুভূমিক, sub-horizontal
উপ-অসংগতি, disconformity
উপজাতি, variety
উপদল, sub-group
উপপাতালিক, hypabyssal
উপমহীখাত অঞ্চল, miogeosynclinal transitional zone
উপল, pebble
উপহ্রদ, lagoon
উপস্তর, member
উভাবতল, biconcave
উল্লম্ব পরিসর, vertical range
উৎকৌণিকতা, roundness
উৎক্ষেপ, ejecta
এপার্কিয়ান অসংগতি, ep-Archaean break
কর্কর, detritus
কর্করীয় পলল, clastics
কর্করীয় শিলা, detrital rock
কাইটিনময়, chitinous
কাচ, glass
কাচিক, glassy
কাদা, silt, mud
কালবিভাগ, time scale
কালস্তরীয় একক, chronostratigraphic or time-rock unit
কুব্জ, arcuate
কৌণিক অসংগতি, angular unconformity
ক্যালসিয়, calcareous
ক্রান্তীয়, tropical
ক্রেটন, craton
ক্রেটনীয় অববাহিকা, intra-cratonic basin
ক্রেটনীয় ধনাত্মক ভূমি, intra-cratonic positive area
ক্ষয়, erosion
খনিক্রিয়া mining
খাত, depression, trough
গঠন, structure
গড়ন, shape
গণ, genus
গভীরতা, thickness
গভীর সমুদ্র, bathyal sea
গণ্ডশিলা, boulder
গণ্ডশিলাস্তর, boulder-bed
গিরিজনি, orogeny
গুহা, cave
গুপ্তবীজী, angiosperm
গুরু-স্তরায়িত, thick-bedded
গৃহশিলা, building stone
গোলকত্ব, sphericity

গোষ্ঠী, system
গৌণ, secondary
গ্রথন, texture
গ্রস্ত-উপত্যকা, rift-valley
গ্র্যানিটায়ন, granitisation
ঘনস্রোত, ঘোলাস্রোত, density or turbidity current
ঘনস্রোত অবক্ষেপ, turbidite
ছেদ, ছেদচিত্র, section
ঘর্ষণজনিত ক্ষয়, abrasion
চুনাময়, calcareous
চুনাপাথর, limestone
চোঙাকৃতি, cylindrical
চ্যুতি, fault
ছত্রাক রেণু, fungal spore
ছদ্ম-কংগ্লোমারেট, pseudo-conglomerate
জমি, matrix
জলমণ্ডল, hydrosphere
জলাভূমি, swamp
জলীয়, aqueous
জাতি, species
জারণ, oxidation
জালিযুক্ত, reticulate
জীবস্তরবিদ্যা, biostratigraphy
জীবস্তরীয় একক, biostratigraphic unit
জীবাশ্ম, fossil
জীবাশ্ম-বিজ্ঞান, palaeontology
জৈবিক অঞ্চল, biozone
জৈবিক অনুক্রম, faunal succession
জৈবিক রূপ, biological facies (biofacies)
জৈব-ভৌগোলিক, biogeographic
টুকরা, inclusion
ডায়াটমকর্দ, diatomaceous ooze
ডিম্বক, elliptic
ডোরা, banding
ডোরাকাটা, banded
ঢেউচিহ্ন, ripple marks
তট, littoral zone, shore
তাত্ত্বিক, theoretical
তির্যক, oblique
তির্যক স্রংস, oblique fault
তেজস্ক্রিয়া, radioactivity
তেজস্ক্রিয়ামিতিক, radiometric
স্তবন, lamination
দল, group
দানাক্রমিক স্তর, graded bed
দারণ, joint
দুর্গল, refractory
দৃঢ়ীকরণ, compaction
দেশত্যাগ, দেশান্তরগমন, migration
দেহরেখা, contour
দ্বিপক্ষ, bi-winged
দ্বিবীজপত্রী, dicotyledon
নদীভার, stream load
নবজীবীয়, Cainozoic
নবপ্রস্তরযুগ, Neolithic Age
নরবানর, (নর-সদৃশ বানর), ape

নালীজাত বেলেপাথর, channel sands
নিমজ্জন, submergence
নিঃসারী, effusive
নিঃস্তরায়িত, massive
নুড়ি, pebble
পত্রায়ণ, foliation
পর-কেম্ব্রিয়ান, post-Cambrian
পরাগ-রেণু, pollen
পরামহীখাত, orthogeosyncline, eugeosyncline
পরিপ্লব বলয়, mobile belt
পরিবহণ, transport
পললক্ষেপণ, sedimentation
পললবিদ্যা, sedimentology
পলি, silt
পলিপাথর, siltstone
পাতালিক সমুদ্র, abyssal sea
পার্শ্বিক মাত্রা, lateral dimension
পার্শ্বিক রূপভেদ, lateral facies change
পারম্পর্য, correlation
পাললিক চক্র, sedimentary cycle
পাললিক প্রক্রিয়া, sedimentary processes
পাললিক ভূগঠনবিদ্যা, sedimentary tectonics
পাললিক রূপ, sedimentary facies
পিণ্ড, concretion
পীড়িত, sheared
পুনঃকেলাসন, recrystallisation
পুরাকালনিরীক্ষণ, geochronology
পুরাজীবীয়, Palaeozoic
পুরাজীববিদ্যা, palaeontology
পুরাস্রোত, palaeocurrent
পূর্ণাংগ অসংগতি, nonconformity
পেষণ, compression
প্রকটিত, exposed
প্রকেলাস, phenocryst
প্রচ্ছন্ন, concealed
প্রতিবেশ, environment
প্রতিবেশ সংস্থান, ecology
প্রতিস্থাপন, replacement
প্রদর্শক জীবাশ্ম, guide fossil
প্রধান কেন্দ্রীয় সংঘট্ট, Main Central Thrust
প্রধান সীমারেখা চ্যুতি, Main Boundary Fault
প্রত্নজীববিদ্যা, palaeontology
প্রত্নপ্রস্তরযুগ, Palaeolithic Age
প্রভেদমূলক দ্রবণ, differential solution
প্রমাণ স্তরীয় রেখা, standard stratigraphic datum line
প্রাক্‌কেম্ব্রিয়ান, Precambrian
প্রাকৃতিক নিত্যতা, uniformitarianism
প্রাণিকুল, fauna
প্রাবরণ, overlap

ফোরডিপ, foredeep
ফ্লিশ্, flysch
ফাঁপর, ফোকর, vesicles
ফোঁপরা, vesicular
ভৌম, basal
ব-দ্বীপ, delta
বলি, fold
বলিত, folded
বহিঃট্র্যাপীয়, supratrappean
বালি, sand
বালিয়াড়ি, sand dune
বায়ুমণ্ডল, atmosphere
বাষ্পীভবনজাত স্তর, evaporite
বিজারণ, reduction
বিদার, fissure
বিদেশীয় শিলাখণ্ড, erratic rock fragments
বিপর্যয়, diastrophism
বিবর্তন, evolution
বিম্বক, nodular
বিলুপ্তি, extinction
বিশরণ, disintegration
বিশ্বব্যাপী, cosmopolitan
বৃহৎ সীমারেখা চ্যুতি, Great Boundary Fault
বেলারেখা, strand line
বেলেপাথর, sandstone
ব্যক্তবীজী, gymnosperm
ব্যক্তি, individual
ব্যামিশ্রণ, differentiation
ব্যতিক্রম, inversion
ব্রোঞ্জ যুগ, Bronze Age
ভঙ্গ, fold
ভস্মস্তর, ash-bed
ভারী মণিক, heavy minerals
ভাসমান, planktonic (floating)
ভাঁজ, fold
ভূগাঠনিক অস্থিতি, tectonic instability
ভূগাঠনিক ক্রিয়া, tectonic activity
ভূগাঠনিক সংস্থান, tectonic setting
ভূতত্ত্বীয় কালবিভাগ, geologic time scale
ভূস্তর-স্তম্ভ, stratigraphic column
মধ্যজীবীয়, Mesozoic
মধ্যপ্রস্তর যুগ, Mesolithic Age
মনোনীত পরিবহণ, selective transport
মসৃণ পার্শ্ব, facet
মস্তকপদী, cephalopod
মহাদেশীয়, continental
মহাদেশীয় রূপ, continental facies
মহীখাত, geosyncline
মহীসঞ্চরণ, continental drift
মহীসোপান, continental shelf
মানচিত্র, map
মাসুর, lenticular
মিশ্র, mixed, transitional
মৃন্ময়, argillaceous

মেটাসোমাটিক, metasomatic
মোহানা, estuary
মোহানাজ, estuarine
মৎস্যাণ্ডক, oolitic
যুগ, period
রূপ, facies
রূপভেদ, facies change
রূপান্তর, metamorphism
রেখিত পরাগরেণু, striated pollen
রেণু, spore
রৌদ্র-ফাটল, sun-cracks
লঘু-স্তরায়িত, thin-bedded
লবণাক্ত স্বাদুজল, brackish water
লোয়েস, loess
লৌহপাথর, ironstone
লৌহশিলা, ironstone
লৌহযুগ, Iron Age
শিরা, vein
শিলামণ্ডল, lithosphere
শিলালক্ষণ, lithology
শিলাস্তরবিদ্যা, lithostratigraphy
শিলাস্তরীয় একক, lithostratigraphic unit
শিলায়ন, lithification
শিলীভূত, petrified
শৈল, শিলীয়, lithological
শৈলরূপ, lithological facies
শ্রেণী, series
শ্রেণীবদ্ধবিদ্যা, systematics
সক্রিয়, active
সপক্ষ, winged
সভ্য, member
সমুদ্র-উচ্ছ্বাস, marine transgression
সমুদ্র-সংকোচন, marine regression
সমোন্নতি রেখা, contour line
সম্বন্ধন, compaction
সরণ, displacement
সংঘ, formation
সংঘদল, group of formations
সংযুতি, composition
সামুদ্রিক রূপ, marine facies
সিল, sill
সিলিকাময়, siliceous
সিলিকায়িত, silicified
সিলিকীয়, siliceous
সিন্ধুপার, trans-Indus
সুস্তরায়িত, well-bedded
সূচক-জীবাশ্ম, index fossil
সৈকত রেখা, strand line
সোপান, stage, shelf
স্তম্ভাকার, prismatic
স্তর, strata
স্তরক্রম, sequence, succession
স্তরচক্র, cyclothem
স্তরতত্ত্বীয়, stratigraphic
স্তরবিদ্যা, stratigraphy
স্তরায়ণ, stratification
স্তরীয়, stratigraphic
স্তরীয় একক, stratigraphic unit

স্তরের পর্যায়ক্রম, superposition
স্তরীয় শ্রেণীবিভাগ, stratigraphic classification
স্থলীয়, terrestrial
স্থিত, stable
স্ট্রোমাটোলাইট, stromatolite
স্বাদুজল, fresh water
স্বাভাবিক সমুদ্রজল, normal sea water
স্রষ্ট, faulted
স্রংস, fault
সাঁতারু, nektonic
হিমকর্দ, glacial till
হিমক্রিয়া, glaciation
হিমঘর্ষিত আঙিনা, glaciated pavement
হিমপর্যায়, glacial (episode)
হিমবিরতি, interglacial
হিমযুগ, ice age